Rédigé par
Ian Stirling et
Holly Cleator

Les polynies dans l'Arctique canadien

Environment Canada Environnement Canada

0021988F DEST PVM EXCH COPY 03
SK 471 C3314
VOL ISS 45
SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE. PUBLI
CATION HORS-SERIE

Environnement Canada
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Polynie récurrente dans la région de l'île Dundas et du nord du détroit de la Reine le 19 juin 1973. La zone foncée est de l'eau libre (photo: Centre canadien de télédétection)

Rédigé par
Ian Stirling*
et
Holly Cleator†

Les polynies dans l'Arctique canadien

Publication hors-série
Numéro 45
Service canadien de la faune

Also available in English

* SCF, Edmonton (Alb.) T5K 2J5 *et*
Département de zoologie, Université de l'Alberta,
Edmonton (Alb.) T6G 2E9

† Département de zoologie, Université de l'Alberta,
Edmonton (Alb.) T6G 2E9 *et*
SCF, Edmonton (Alb.) T5K 2J5

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement
Service canadien de la faune

©Approvisionnements et Services Canada, 1981
Nº de catalogue CW 69-I/45 F
ISBN-0-662-91405-8
ISSN-0576-6370

Conception graphique: Rolf Harder & Assoc.

Collaborateurs

H. Boyd
Service canadien de la faune, Ottawa (Ont.) K1A 0E7

R.G.B. Brown
Service canadien de la faune, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth (N.-É.) B2Y 4A2

H. Cleator
Département de zoologie, Université de l'Alberta, Edmonton (Alb.) T6G 2E9 *et*
Service canadien de la faune, Edmonton (Alb.) T5K 2J5

F.G. Cooch
Service canadien de la faune, Ottawa (Ont.) K1A 0E7

M.J. Dunbar
Institut d'océanographie, Université McGill, Montréal (Qué.) H3A 2B2

D.N. Nettleship
Service canadien de la faune, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth (N.-É.) B2Y 4E2

R.W. Prach
Service canadien de la faune, Edmonton (Alb.) T5K 2J5

B.G. Rigby
Département de géographie, Université Carleton, Ottawa (Ont.) K1S 5B6

M.W. Smith
Département de géographie, Université Carleton, Ottawa (Ont.) K1S 5B6

T.G. Smith
Station de biologie arctique, Sainte-Anne de Bellevue (Qué.) H9X 3L6

I. Stirling
Service canadien de la faune, Edmonton (Alb.) T5K 2J5 *et*
Département de zoologie, Université de l'Alberta, Edmonton (Alb.) T6G 2E9

Table des matières

5	**Introduction** par Ian Stirling
	Liste des figures
6	Figure 1. Répartition des polynies récurrentes dans l'Arctique canadien
7	**Répartition des polynies dans l'Arctique canadien** par Michael Smith et Bruce Rigby
7	1. Résumé
7	2. Abstract
7	3. Introduction
7	4. Matériel et méthodologie
12	5. Localisation et variabilité des polynies
29	6. Remerciements
29	7. Bibliographie
	Liste des figures
8	Figure 1. Emplacement des cartes contenues dans les figures 3 à 16
9	Figure 2. Courants de surface dans les eaux de l'Arctique canadien
10	Figure 3. Englacement de la North Water
13	Figure 4. Englacement du réseau de chenaux de l'île Bylot
14	Figure 5. Englacement du réseau de chenaux du détroit de Lancaster
16	Figure 6. Englacement du réseau de chenaux du goulet du Prince-Régent
17	Figure 7. Englacement de la polynie du détroit de Bellot
18	Figure 8. Englacement de la polynie de la baie du Comité
19	Figure 9. Englacement des polynies du bassin de Foxe
21	Figure 10. Englacement de la polynie de la Porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan
22	Figure 11. Englacement de la polynie des détroits de la Reine et Penny
23	Figure 12. Englacement du réseau de chenaux de l'océan Arctique
24	Figure 13. Englacement du réseau de chenaux de l'île du Prince-Patrick
26	Figure 14. Englacement des polynies du cap Bathurst et des réseaux de chenaux adjacents
27	Figure 15. Englacement du réseau de chenaux à l'ouest du cap Bathurst
28	Figure 16. Englacement de la polynie du chenal Lambert
31	**Causes physiques et importance biologique des polynies et autres étendues d'eau libre dans la glace de mer** par M.J. Dunbar
31	1. Résumé
31	2. Abstract
32	3. Introduction
32	4. Causes physiques de la formation des polynies et des chenaux de séparation
38	5. Incidences et importance biologiques des polynies, des chenaux et des lisières de glace
43	6. Vulnérabilité des polynies et des chenaux de séparation
43	7. Recherches nécessaires
	Liste des tableaux
40	Tableau 1. Faune associée aux diatomées de la glace
	Liste des figures
35	Figure 1. Mouvements des glaces dans le nord de la mer de Baffin du 20 mars au 1er avril 1973
35	Figure 2. Mouvements des glaces dans le nord de la mer de Baffin du 7 au 20 avril 1973
37	Figure 3. Bras nord-ouest de l'anse de Makinson indiquant la polynie de Sadler (1974)
37	Figure 4. Profil du bras nord-ouest de l'anse de Makinson
41	Figure 5. Productivité primaire et épaisseur de la couche chlorophyllienne sous la lisière de glace, près de la lisière de glace et au large dans la mer de Béring
43	Figure 6. Chaîne trophique dont dépendent certains oiseaux de mer près de la lisière des glaces dans le détroit de Barrow en juin et au début de juillet 1976

47	**Mammifères marins** par Ian Stirling, Holly Cleator et Thomas G. Smith
47	1. Résumé
47	2. Abstract
47	3. Introduction
47	4. Utilisation des polynies par les mammifères marins
52	5. Utilisation des principales polynies par les mammifères marins
56	6. Importance des polynies pour les mammifères marins
57	7. Dangers menaçant les mammifères marins des polynies
58	8. Remerciements
59	9. Bibliographie
	Liste des figures
48	Figure 1. Trous de respiration de phoques annelés dans un chenal recongelé
49	Figure 2. Trou de respiration entretenu par des phoques barbus dans la glace de mer
49	Figure 3. Trou de respiration typique d'un morse sur le bord d'un petit morceau de glace pluriannuelle gelé dans de la glace annuelle
50	Figure 4. Bélugas aménageant des trous de respiration dans de la glace jeune
51	Figure 5. Varech retiré du trou de respiration d'un phoque par des ours blancs

63	**Importance biologique des polynies pour les oiseaux de mer coloniaux de l'Arctique** par R.G. Brown et David N. Nettleship
63	1. Résumé
63	2. Abstract
63	3. Introduction
64	4. Oiseaux de mer et polynies en hiver
66	5. Oiseaux de mer et polynies pendant la saison de reproduction
69	6. Remerciements
69	7. Bibliographie
	Liste des figures
67	Figure 1. Répartition des colonies de marmettes de Brünnich et de fulmars boréals dans l'Arctique canadien et l'ouest du Groenland en fonction de l'englacement et de l'existence des polynies en hiver

71	**Polynies et canards de mer** par R.W. Prach, H. Boyd et F.G. Cooch
71	1. Résumé
71	2. Abstract
71	3. Introduction
71	4. Polynies et aires de reproduction
73	5. Hivernage
73	6. Migration printanière
73	7. Menaces de pollution pétrolière
74	8. Bibliographie
	Liste des tableaux
72	Tableau 1. Principales aires de reproduction connues de l'eider commun dans l'Arctique canadien
72	Tableau 2. Aires d'hivernage connues de l'eider commun dans l'Arctique canadien
	Liste des figures
72	Figure 1. Répartition des aires de reproduction et d'hivernage de l'eider commun par rapport à l'emplacement des polynies dans l'Arctique canadien

Introduction

par Ian Stirling
SCF, Edmonton (Alb.) T5K 2J5 *et*
Département de zoologie, Université de l'Alberta,
Edmonton (Alb.) T6G 2E9

Les polynies sont des étendues d'eau libre entourées de glace. Elles sont de taille et de forme variables et peuvent être causées par divers facteurs dont les plus importants sont les courants, les fluctuations des marées, les vents, les remontées d'eau profonde, ou par une combinaison de ces forces. En termes d'importance biologique, ce sont les polynies récurrentes (celles qui se forment au même moment et au même endroit chaque année) qui sont les plus importantes et qui seront donc traitées d'une manière plus approfondie dans le présent ouvrage. Il existe deux catégories de polynies récurrentes: celles dont l'eau reste libre de glace pendant tout l'hiver et celles qui peuvent être recouvertes par la glace pendant les mois les plus froids de certaines années. Dans le cas de ces dernières, l'eau libre apparaît au printemps, généralement à la fin de mars ou au début d'avril au moment de l'arrivée des premiers mammifères marins et oiseaux de mer migrateurs.

En plus des polynies récurrentes localisées de type classique, il existe d'un bout à l'autre de l'Arctique d'importants réseaux de chenaux côtiers où des étendues d'eau de taille variable et semi-permanentes sont maintenues libres de glace en grande partie par les brises de terre et, à un degré moindre, par les courants locaux. Ces réseaux de chenaux peuvent geler pendant une partie de l'hiver, en particulier pendant les périodes de calme ou de brises de mer. Ils figurent néanmoins parmi les premiers secteurs libres de glace au printemps. Puisque ces chenaux sont parallèles aux côtes, ils ont tendance à être linéaires et ne correspondent donc pas parfaitement à la définition technique quelque peu restrictive d'une polynie. Ces chenaux apparaissent toutefois périodiquement et on peut prévoir leur emplacement; ils comptent parmi les étendues où l'on peut trouver le plus régulièrement des eaux libres de glace pendant l'hiver et le début du printemps. En raison de ces caractéristiques, les réseaux de chenaux côtiers ont une très grande importance en biologie et sont traités dans les études qui suivent.

La relation entre les mammifères marins et oiseaux de mer et la présence d'étendues d'eau libre, incluant les chenaux, a été signalée régulièrement depuis les premiers voyages des explorateurs dans l'Arctique et plus tard dans l'Antarctique. En particulier, on a aussi signalé souvent des concentrations d'oiseaux et de mammifères le long de la limite entre la lisière de glace et l'eau libre. Ces commentaires plutôt anecdotiques ne sont toutefois guère approfondis et peu de données quantitatives ont été recueillies. Par conséquent, les connaissances n'ont que peu évolué dans le domaine de l'importance écologique des polynies pour des espèces particulières.

Dans l'Arctique canadien, la répartition des polynies récurrentes est assez localisée (fig. 1) et leur superficie totale ne représente qu'une proportion relativement faible de l'ensemble de l'habitat marin arctique. L'influence des polynies et des chenaux côtiers sur la survie des populations d'oiseaux de mer et de mammifères marins semble néanmoins très grande. Malgré leur importance biologique évidente, la plupart des polynies sont menacées de perturbations d'envergure et peut–être de pollution en raison des projets d'exploration pétro-chimique au large et de la navigation toute l'année. Dans plusieurs régions, différents types de projets peuvent être entrepris simultanément. Malheureusement, on ne peut actuellement évaluer convenablement les incidences de telles perturbations. Les recherches de base effectuées jusqu'ici sont tout simplement insuffisantes et on ne dispose pas des données quantitatives permettant de comprendre des processus écologiques peut-être uniques aux polynies. Il est toutefois évident qu'un grand nombre de décisions importantes devront être prises dans un avenir proche.

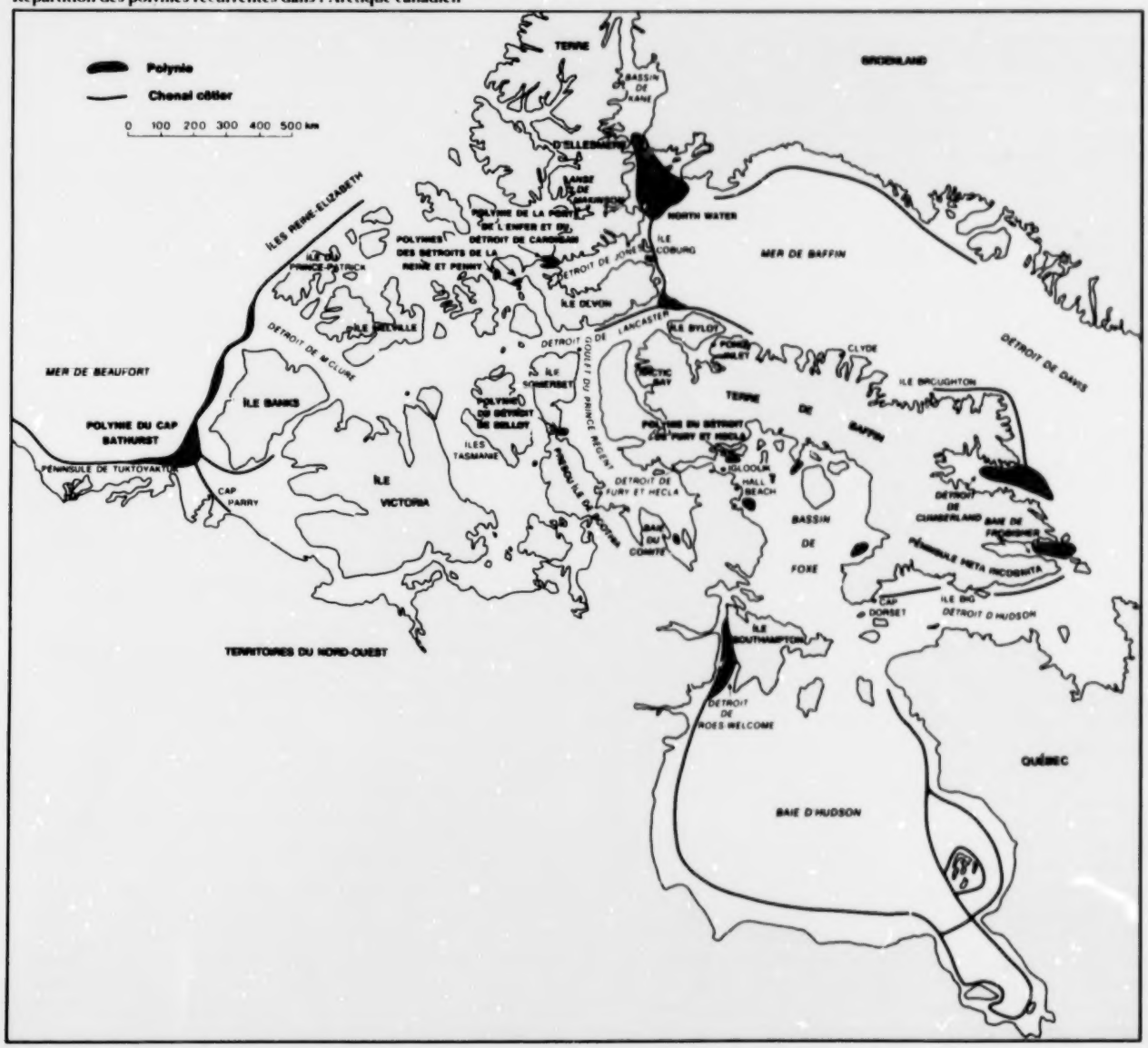
Il reste heureusement, dans certains secteurs du moins, assez de temps pour effectuer des études de base. Dans d'autres régions, des activités d'envergure ont déjà été entreprises ou le seront bientôt, ce qui fournira des occasions uniques d'évaluer leurs répercussions sur l'environnement marin. En profitant au maximum de ces occasions pour surveiller les modifications naturelles et artificielles de l'écosystème marin, nous parviendrons peut-être à acquérir une certaine aptitude prévisionnelle qui facilitera les futures évaluations des incidences écologiques. On ne peut toutefois trop insister sur le fait qu'il ne reste que peu de temps.

Le présent ouvrage regroupe cinq etudes de sujets d'une portée capitale pour comprendre l'importance biologique des polynies dans l'Arctique canadien. La première de ces études décrit la répartition des polynies et des chenaux côtiers et examine les variations de leur taille et de leur emplacement. Quoique l'information présentée soit déjà partiellement disponible dans divers rapports et cartes des glaces, la répartition des polynies n'a jamais été traitée d'une manière aussi approfondie dans une seule et même étude. La deuxième étude examine les causes physiques et l'importance biologique des polynies et autres étendues d'eau libre dans la glace de mer. Les trois autres études traitent de l'importance des polynies pour les mammifères marins (incluant l'ours blanc), les oiseaux de mer et les canards de mer, à partir de la documentation disponible et des données de base fournies dans les deux premières études.

Le présent ouvrage a pour but de rassembler les données éparses sur les polynies afin d'attirer l'attention sur les domaines particuliers dans lesquels des recherches sont nécessaires. À ce titre, ce n'est pas un ouvrage définitif mais plutôt un point de départ utile pour des recherches plus approfondies, intégrées et interdisciplinaires. Quoique les études traitent de sujets assez indépendants les uns des autres, plusieurs thèmes reviennent souvent. L'un de ceux-ci est évidemment le caractère limité des données de base disponibles mais, ce qui est plus important, plusieurs domaines pour lesquels des données sont nécessaires sont identifiés par plus d'un auteur. Parmi ceux-ci, mentionnons l'évaluation de l'importance de la productivité biologique à la lisière des glaces, la biologie fondamentale des principaux invertébrés, des données localisées en océanographie biologique sur une base annuelle, la biologie et les aires de répartition des deux espèces de morue, et une évaluation spécifique de l'importance précise de chaque polynie pour la survie des populations régionales de différentes espèces. En récapitulant une partie de l'information disponible, nous espérons que le présent ouvrage pourra stimuler des recherches supplémentaires sur les polynies dans l'Arctique canadien et que les renseignements qu'il renferme deviendront périmés d'ici quelques années.

La préparation de cet ouvrage a été rendue possible par une subvention spéciale obtenue dans le cadre du Programme des études de base du ministère de l'Environnement et par la section des publications scientifiques et techniques du Service canadien de la faune (SCF). Nous tenons également à remercier tout spécialement le personnel de l'Étude du plateau continental polaire pour son rôle primordial pendant de nombreuses années au niveau de la coordination d'une partie importante des recherches effectuées et mentionnées dans les études qui suivent. Nous sommes très reconnaissants au personnel de la Division du dessin du Service de la conservation de l'environnement pour l'aide qui nous fut apportée au niveau du dessin des figures.

Figure 1
Répartition des polynies récurrentes dans l'Arctique canadien



Répartition des polynies dans l'Arctique canadien

par Michael Smith et Bruce Rigby
Département de géographie, Université Carleton, Ottawa (Ont.) K1S 5B6

1. Résumé

Une polynie est une étendue d'eau libre entourée de glace. Dans l'Arctique canadien, on dénombre trois types de polynies récurrentes qui apparaissent aux mêmes endroits chaque année. La taille et la forme de ces polynies peuvent varier considérablement selon les régions et les années dans une même région. L'importance de ces étendues d'eau libre sur le plan écologique semble dépendre de la date de l'englacement et de la formation de la polynie, de la taille de la polynie au moment de l'accumulation maximale de glace et du processus de la débâcle et de la disparition de la polynie. Dans le présent chapitre, on examine ces aspects pour toutes les polynies récurrentes dans les eaux de l'Arctique canadien; il est basé sur une analyse de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* et de l'imagerie satellite Landsat, de cartes composites hebdomadaires de l'état des glaces, de la documentation publiée et sur des communications personnelles.

2. Abstract

A polynya is an area of open water surrounded by ice. In the Canadian Arctic, there are three types of recurring polynyas that appear in the same locations each year. These polynyas may vary considerably in size and shape between areas and between years in the same area. The ecological importance of these open water areas appears to depend upon the timing of freeze-up and the formation of the polynya, the size of the polynya at the time of maximum ice accumulation, and the pattern of break-up and disappearance of the polynya. This chapter discusses these aspects for all recurring polynyas in Canadian arctic waters; it is based on analysis of National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and Landsat satellite imagery, weekly ice composite maps, published literature, and personal communications.

3. Introduction

Une polynie est une étendue d'eau libre entourée de glace. Le *Pilot of Arctic Canada* précise que les polynies doivent avoir une forme non linéaire et que "les polynies peuvent renfermer des *bourguignons* ou être recouvertes de *glace nouvelle*...; les sous-mariniers les appellent des lucarnes. La polynie est parfois limitée d'un côté par la côte et on la désigne alors comme étant une *polynie côtière*, ou par la *banquise côtière* et elle est alors appelée une *polynie de séparation*. Si une polynie se forme au même endroit chaque année, on l'appelle une *polynie récurrente* (Service hydrographique du Canada 1970).

Dans l'Arctique canadien, on dénombre trois types de polynies récurrentes: la grande et unique North Water, de plus petites polynies, comme celles de la Porte de l'Enfer et du Détroit Penny, et d'importants réseaux de chenaux côtiers qui englobent des étendues variables et semi-permanentes d'eau libre pendant l'hiver et qui figurent parmi les premières étendues dont les eaux sont le plus régulièrement libres de glace au printemps. Quoique d'un point de vue technique les chenaux côtiers ne constituent pas des polynies parce qu'ils sont linéaires, ils sont inclus dans la présente étude en raison de leur très grande importance biologique.

Les polynies peuvent être causées par diverses combinaisons de courants, de marées, de remontées d'eau profonde et de vents. Leur taille et leur forme peuvent varier considérablement selon les secteurs et selon les années pour un même secteur. Ce sont les polynies récurrentes qui sont les plus importantes sur le plan écologique et la présente étude se limite donc exclusivement à ce type de polynies.

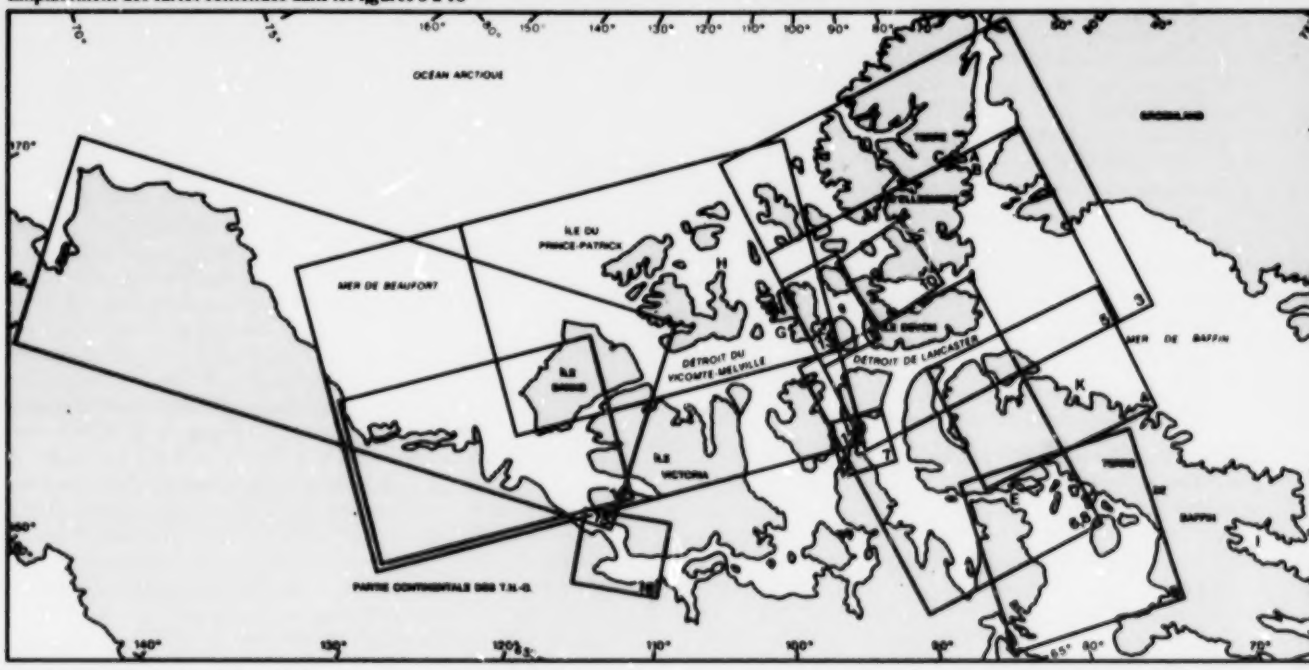
Il n'existe aucune autre étude d'envergure des polynies dans les eaux de l'Arctique canadien quoique Stirling (1980) ait récemment signalé leur *importance biologique*. Il existe néanmoins un certain nombre d'études traitant de polynies individuelles comme celles de Dunbar (1958, 1969), Aber et Vowinckel (1972), Sadler (1974), Muench (1975), Müller (inédite), Tooma (1978), Carleton (1980) et Schledermann (1980).

Plusieurs des termes utilisés dans la présente étude peuvent être inconnus du lecteur et c'est pourquoi les définitions suivantes (tirées du *Pilot of Arctic Canada*) sont données ici: glace grise désigne de la "glace jeune" d'une épaisseur de 10 à 15 centimètres; elle est moins flexible que le *nilas* et casse sous l'action de la houle pour former généralement des empilements sous l'effet de la pression"; glace blanchâtre désigne de la "glace jeune d'une épaisseur de 15 à 30 centimètres qui forme plus vraisemblablement des crêtes que des empilements sous l'effet de la pression"; le système de classification des couvertures de glace (par ex. 8/10) indique le rapport entre la superficie glacée quelle que soit la *concentration de glace* et la superficie totale de glace et d'eau...", ainsi une couverture de glace de 9+/10 indique que la surface est entièrement recouverte de glace non consolidée.

4. Matériel et méthodologie

La présente étude est basée sur la cartographie bihebdomadaire de l'état des glaces effectuée à l'aide de l'imagerie des satellites NOAA-4 et NOAA-5 (visible et infrarouge) de janvier 1975 à décembre 1979. La résolution de l'imagerie NOAA est de 1 km et la superficie visible sur une image est d'environ 2000 km × 2000 km. On obtient une

Figure 1
Emplacement des cartes contenues dans les figures 3 à 16



Polynies traitées dans la présente étude
(les nombres correspondent aux figures dans le texte)

3 North Water
3 Île Coburg
4 Île Bylot
5 Détroit de Lancaster
6 Goulet du Prince-Régent
7 Détroit de Bellot
8 Baie du Comité
9 Bassin de Foxe
10 Porte de l'Enfer – Détroit de Cardigan
11 Détroit de la Reine – Détroit Penny
12 Réseau de chenaux de l'océan Arctique
13 Île du Prince-Patrick
14 Cap Bathurst
15 Ouest du cap Bathurst
16 Chenal Lambert
Détroit de Franklin

Polynies non traitées dans la présente étude

A Polynie de Camperdown
B Détroit de Rice
C Baie d'Hazier
D Anse de Mackinson
E Détroit de Fury et Hecla
F Kailuk Brooman
G Polynie Alexander
H Île Melville
I Détroit de Cumberland
J Baie de Frobisher
K Fjord de Cambridge

image par jour dans le cas de la bande visible et deux images par jour dans le cas de la bande infrarouge. L'imagerie infrarouge facilite l'identification des étendues d'eau libre et de la glace nouvelle pendant la période de nuit polaire en hiver. Malheureusement, un grand nombre de photographies sont inutilisables en raison de mauvaises conditions météorologiques. Néanmoins, puisque la cartographie était effectuée approximativement deux fois par semaine, les couvertures obtenues pendant les périodes intermédiaires ont offert un important assortiment d'images dont on a pu choisir les meilleures.

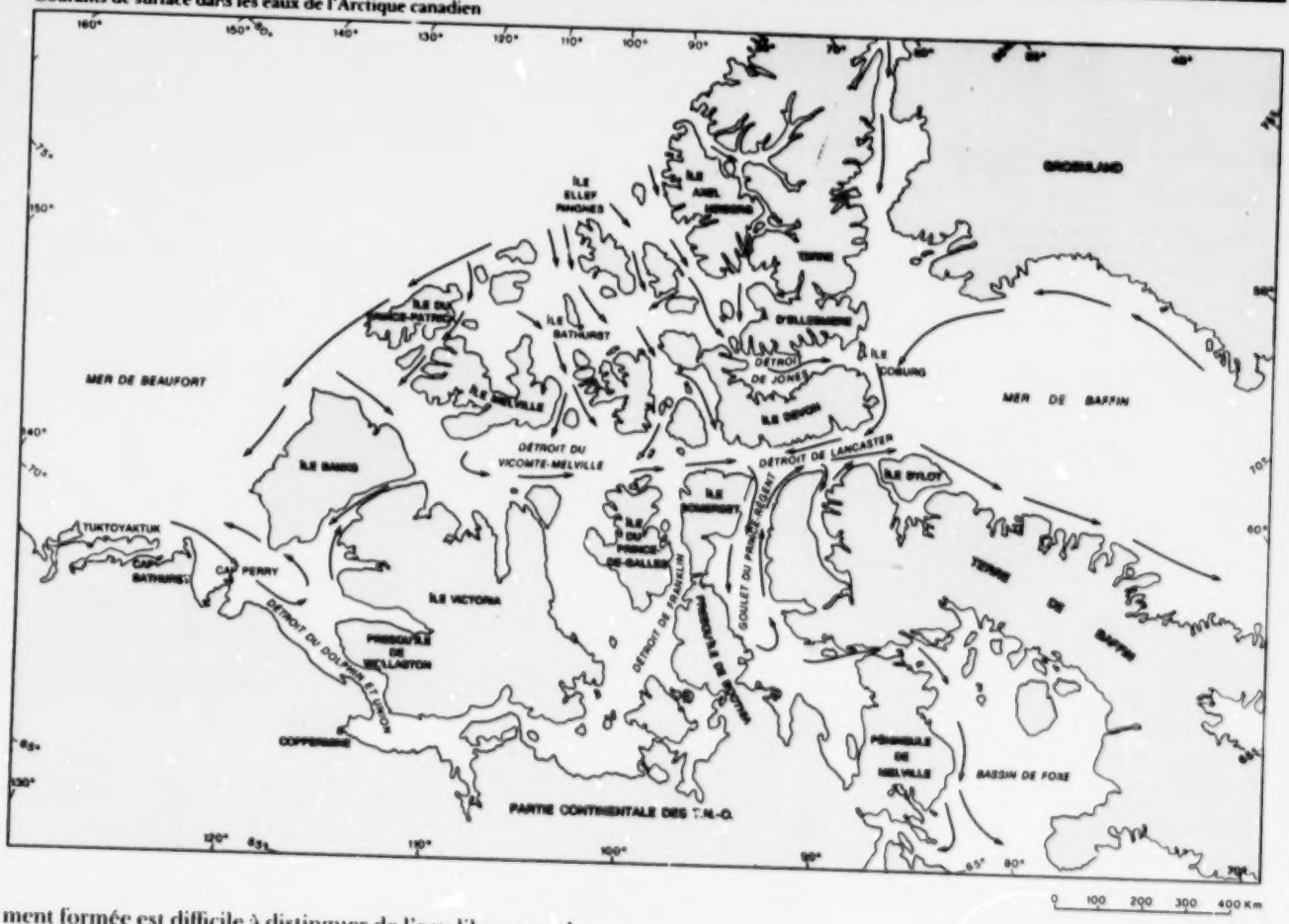
L'imagerie Landsat, disponible depuis 1972, a également été utilisée, mais seulement d'une manière limitée. La résolution de l'imagerie Landsat est meilleure (80 m) que celle de l'imagerie NOAA, mais chaque image ne couvre toutefois qu'une superficie de 185 km × 185 km et il y a un chevauchement considérable d'une image à l'autre. La couverture de la petite polynie dans le détroit de Bellot peut nécessiter jusqu'à neuf photographies différentes par exemple. De plus, le Landsat ne fournit qu'une seule image tous les 18 jours. Ainsi, l'imagerie NOAA convenait mieux à la présente étude en raison de sa plus petite échelle et de sa plus grande fréquence. De même, Dey *et coll.* (1979) ont utilisé l'imagerie NOAA pour une étude de l'englacement et de la débâcle dans l'Arctique canadien de juillet à novembre et de 1975 à 1977. Par ailleurs, l'imagerie Landsat conviendrait probablement mieux à des études détaillées de polynies individuelles.

En plus de l'imagerie NOAA, des cartes composites hebdomadaires de l'état des glaces, obtenues de la Division de la climatologie glaciaire et réalisation (Service de l'environnement atmosphérique), ont également été utilisées. Ces cartes composites ont été realisées à l'aide de l'imagerie NOAA, de vols de reconnaissance au-dessus des glaces, de la profilométrie au laser et de diverses autres observations de l'état des glaces, mais elles ne couvrent que la période de navigation dans le Nord (généralement de mai à novembre). Enfin, des renseignement ont également été tirés de la documentation publiée et de communications personnelles.

Les polynies analysées dans le présent document sont illustrées ensemble pour Sterling à la figure 1. Pour la présente étude, il a fallu examiner séparément des régions de l'Arctique sur une échelle supérieure à celle de la figure 1. De plus, un certain nombre d'entités plus petites sont également représentées même si elles ne sont pas analysées dans le cadre de cette étude. En raison de leur importance pour l'emplacement et le caractère périodique d'un grand nombre de polynies, les principaux courants marins arctiques sont illustrés à la figure 2.

La période d'étude a été limitée aux cinq dernières années, principalement parce que la qualité de l'imagerie NOAA était beaucoup moins bonne avant 1975, ce qui en rendait l'interprétation plus difficile et moins fiable. Les cartes composites du SEA étaient également disponibles pour la période allant de 1975 à 1979, ce qui a permis une vérification de nos interprétations. Malgré tout, les interprétations peuvent être entachées d'erreurs attribuables à l'interprète ou à des aberrations résultant de la qualité des photos, de la présence d'une couverture de nuages et de bancs de brouillard. De plus, étant donné que la glace mince nouvelle-

Figure 2
Courants de surface dans les eaux de l'Arctique canadien



ment formée est difficile à distinguer de l'eau libre, tant dans la bande visible que dans la bande infrarouge, toutes les étendues foncées ont été simplement portées sur les cartes comme étant de l'eau libre. Certains petits éléments, comme la polynie du détroit de Fury et Hecla, étaient repérables sur les photographies mais très difficiles à représenter avec précision sur les cartes.

En raison des limites de l'imagerie et de notre interprétation prudente, seules les principales caractéristiques des plus grandes polynies récurrentes ont été cartographiées dans la présente étude. À l'analyse des données, nous avons insisté sur les aspects qui semblaient les plus importants sur le plan écologique, dont:

1) le moment de l'englacement et de la formation de la polynie,
2) la taille de la polynie au moment de l'accumulation maximale de glace, et
3) le processus de la débâcle, de la disparition de la polynie et de son rattachement éventuel à d'autres nappes d'eau.

Dans chaque cas, nous avons tenté d'indiquer ce qui est "normal" ainsi que l'étendue des variations pendant la période de 5 ans.

Figure 3a-h
Englacement de la North Water pour certains mois et certaines années

les grandes étendues noires représentent de l'eau libre jusqu'à 1/10 de couverture de glace
les lignes minces devenant plus épaisses représentent des fissures et des chenaux
une ligne mince seule représente la limite entre différentes catégories de couverture de glace
L représente un chenal libre et est inscrit dans certains cas où le chenal n'est pas apparent

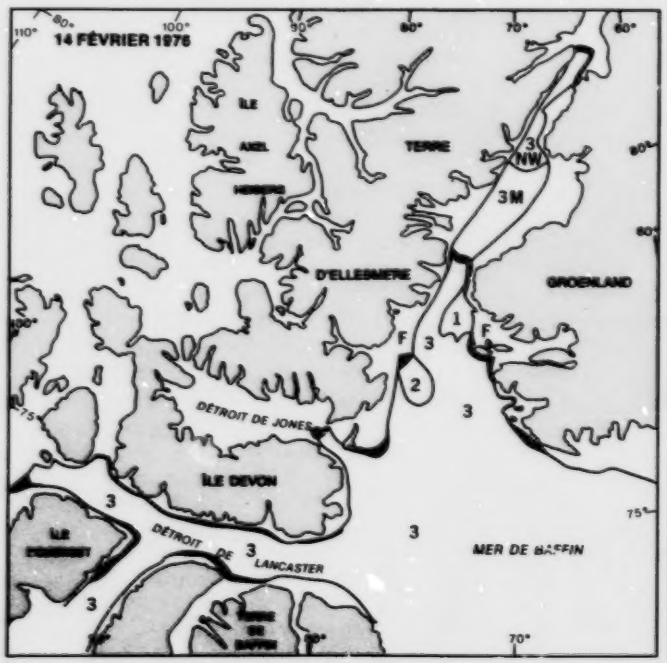
1 2/10 à 5/10 de glace
2 6/10 à 7/10 de glace
2+ 8/10 de glace
3 9/10 à 10/10 de glace

F glace fixée
N glace nouvelle
O vieille glace
M glace de plusieurs années
A glace de première année
< A glace de moins d'un an

S glace de deuxième année
U inconnu
G glace grise
W glace blanchâtre

a

c



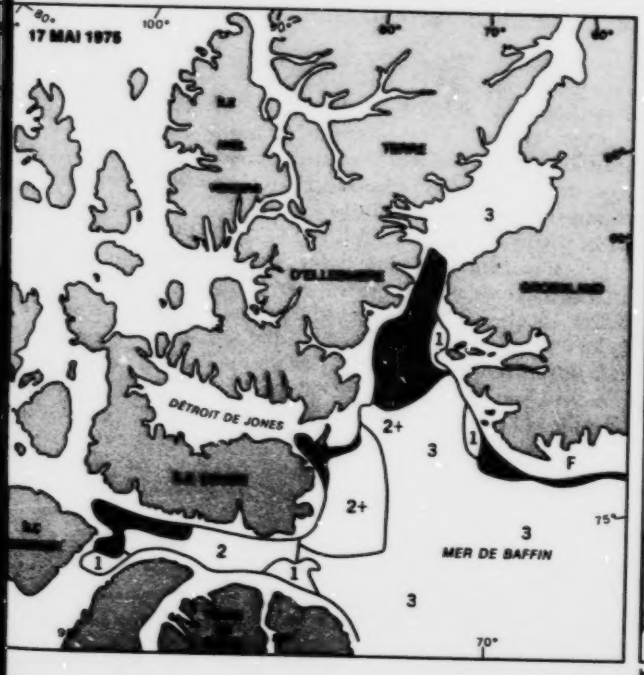
b

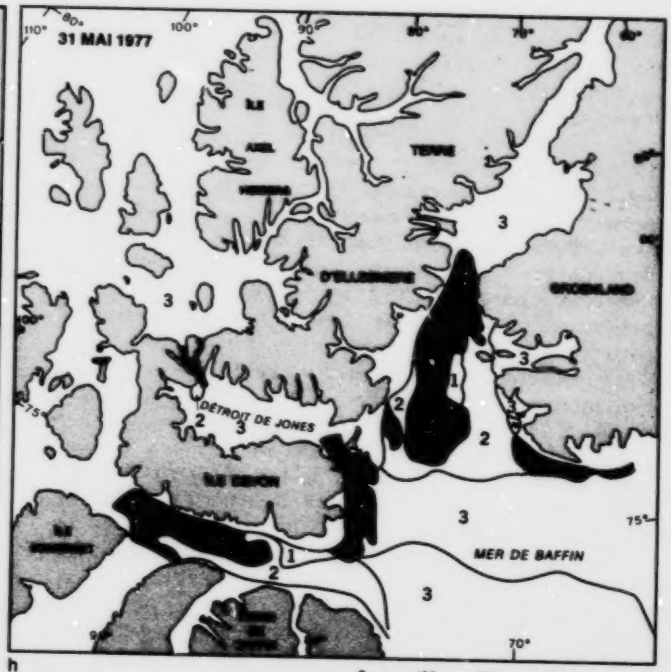
d

17 AVRIL 1975
TERRE D'ELLESMERE
GROENLAND
DÉTROIT DE JONES
ÎLE DEVON
DÉTROIT DE LANCASTER
MER DE BAFFIN

27-28 MAI 1976
TERRE D'ELLESMERE
GROENLAND
DÉTROIT DE JONES
ÎLE DEVON
MER DE BAFFIN

g


17 MAI 1976
TERRE D'ELLESMERE
GROENLAND
DÉTROIT DE JONES
MER DE BAFFIN


31 MAI 1977
TERRE D'ELLESMERE
GROENLAND
DÉTROIT DE JONES
ÎLE DEVON
MER DE BAFFIN
0 100 200 300 400 Km

h

5. Localisation et variabilité des polynies

5.1. La North Water

La North Water, située dans le nord de la mer de Baffin, est la plus grande et la mieux connue des polynies de l'Arctique canadien. Pendant le début de l'hiver, la glace de dérive entraînée vers le sud par le bassin Kane devient congestionnée et forme un pont de glace à l'entrée étroite du détroit de Smith. La glace nouvelle qui se forme au sud du pont est apparemment entraînée par le courant ainsi que par les vents dominants du nord (Nutt, 1969) même si certaines personnes ont mentionné l'importance des remontées d'eau profonde. En raison de la formation de ce pont de glace, la limite nord de la North Water se situe sensiblement au même endroit chaque année; toutefois, la limite sud est plus variable et dépend des conditions météorologiques et du moment de l'année. Un grand nombre d'études traitent de divers aspects de la North Water (par ex. Dunbar, 1969; Aber et Vowinckel, 1972; Muench, 1975; Tooma, 1978; Müller, inédite).

L'englacement dans le détroit de Smith commence généralement à la mi-septembre (sauf en 1979 alors qu'il se produisit entre le milieu et la fin d'août) au nord-ouest pour s'étendre vers le sud. À cette époque, de la glace fixée se forme sur les côtes est et ouest du bassin Kane quoiqu'un "corridor" central de glace mobile (glace nouvelle, glace d'un an et glace de plusieurs années) persiste jusqu'en décembre ou en janvier au moment où le pont de glace commence à se former. Le pont de glace et l'étendue d'eau libre à l'entrée du détroit de Smith sont apparus à la mi-janvier en 1975, 1977 et 1979, en février en 1976 et à la mi-mars en 1978.

À la fin d'octobre, la partie nord de la mer de Baffin est recouverte de glace, principalement de moins d'un an. Des lisières de glace fixée extrêmement constantes se forment le long de la côte est des îles Ellesmere et Devon jusqu'au détroit de Lancaster et le long de la côte nord-ouest du Groenland jusqu'à l'île Northumberland (fig. 3*a*). Il y a toujours de l'eau libre le long des côtes de la terre d'Ellesmere et(ou) du Groenland, dont une étendue de superficie particulièrement constante juste au sud-ouest de l'île Coburg (voir section 5.2). Il y a aussi très souvent des étendues d'eau libre autour de l'île Northumberland et dans la baie de Melville. Au cours de 2 des 5 dernières années (1975 et 1976), il y a eu une étendue d'eau libre dans la partie la plus septentrionale du détroit de Nares en janvier et en février (fig. 3*a*).

La partie la plus septentrionale de la mer de Baffin, au sud du pont de glace, reste perturbée pendant tout l'hiver. Les courants, les vents et la giration dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans la plus grande partie de la mer de Baffin gardent constamment la glace en mouvement. Pendant l'hiver, ce secteur apparaît toujours assez foncé sur l'imagerie infrarouge NOAA (fig. 3*b*, *c*, *d*), ce qui indique la présence de glace mince pouvant renfermer des étendues partiellement ou complètement libres.

Des étendues persistantes d'eau libre (ou semi-libre) existent dans des zones limitées à l'extrémité nord du détroit de Smith, à l'entrée du détroit de Jones au large de l'île Coburg, dans le détroit de Lancaster au large de la côte sud-est de l'île Devon, et autour de l'île Northumberland (fig. 3*e*). La principale étendue d'eau libre commence à s'étendre vers le sud dans le nord de la mer de Baffin pendant la première moitié de mai (fig. 3*f*) (du début au milieu d'avril en 1977 et à la fin d'avril en 1979). Les particularités de l'élargissement de la polynie vers le sud diffèrent quelque peu d'une année à l'autre, mais typiquement sa limite sud se trouve aux alentours de 76°N ± ½° à la fin de mai (fig. 3*g* et *h*). Au sud, l'étendue d'eau libre est plus grande du côté ouest de la mer de Baffin. Néanmoins, la North Water ne rejoint pas normalement le détroit de Lancaster avant la mi-juin (fin mai en 1979). Quelque temps en juillet, la North Water rejoint l'étendue d'eau libre qui s'étend vers le nord-ouest à partir du détroit de Davis, quoique cela ne se soit produit qu'en septembre en 1978.

Le pont de glace du détroit de Smith se brise à la fin de juillet (1979) ou au début d'août (1975, 1976, 1977, 1978) et l'étendue d'eau libre peut alors s'étendre vers le nord jusque dans le détroit de Nares.

5.2. Île Coburg

Une étendue d'eau libre particulièrement persistante est signalée chaque hiver près de l'île Coburg. Cette polynie existe en tant qu'entité distincte pendant quelques mois avant de rejoindre la nappe d'eau principale de la North Water en mai ou en juin.

L'englacement se produit à la fin de septembre ou au début d'octobre, commençant dans le détroit de Jones pour englober l'île Coburg vers le milieu ou la fin d'octobre. La glace annuelle prédomine dans cette région. L'eau libre apparaît d'abord en janvier (exceptionnellement en décembre en 1978) et l'étendue prend typiquement la forme d'un chenal en fer à cheval dans le détroit de Lady Ann au sud-ouest de l'île Coburg (fig. 3*a*). Le chenal se forme à la limite entre la glace fixée dans le détroit de Jones et la glace de banquise de la mer de Baffin. Toutefois, la forme et l'emplacement de cette étendue d'eau libre sont tellement réguliers d'une année à l'autre qu'il peut y avoir un lien avec le courant sud-est provenant du détroit de Jones et qui s'engouffre dans le détroit (fig. 2).

L'étendue d'eau libre persiste tout l'hiver à cet endroit et peut avoir une très grande superficie (par ex. fig. 3*c* à *f*). Des chenaux peuvent se prolonger jusqu'à la North Water ou vers le sud en direction du détroit de Lancaster auquel ils sont généralement reliés en avril. La North Water s'étend plus loin que l'île Coburg vers le sud de la mi-mai au début de juin (jusqu'à la mi-juillet en 1978), quoiqu'elle puisse lui être reliée de façon intermittente avant cette période par le chenal côtier le long de la côte de la terre d'Ellesmere.

5.3. Île Bylot

Au cours de chacune des 5 années, une étendue d'eau libre parallèle à la côte est ou sud-est de l'île Bylot a été observée (fig. 4*a*). C'est une étendue plutôt difficile à cartographier en raison des épais nuages fréquents dans cette région. Quoique cette étendue d'eau libre rejoigne en fin de compte la North Water, elle se forme à l'origine comme une entité distincte.

L'eau autour de l'île Bylot gèle généralement vers la fin d'octobre au moment de l'englacement de la mer de Baffin. Un chenal se forme entre la glace fixée à la rive de l'île Bylot et la glace de dérive dans la mer de Baffin; l'apparition et la disparition du chenal sont reliées aux vents et au déplacement général de la glace de banquise dans la mer de Baffin. La taille et l'emplacement précis de cette entité varient d'une année à l'autre, mais elle est toujours située le long de la côte est de l'île, se prolongeant vers le sud devant l'entrée du détroit Pond et au-delà du cap Macculloch sur la terre de Baffin.

De 1976 à 1979, le chenal de l'île Bylot est apparu pour la première fois en février, tandis qu'en 1975 l'étendue d'eau libre était signalée pour la première fois en mars. En 1977, 1978 et 1979, il s'agissait d'un chenal libre au large de la côte sud-est de l'île Bylot et se prolongeant vers le sud au-

delà du cap Jameson sur la terre de Baffin (par ex. fig. 4*a*). En 1976, cette étendue se prolongeait également autour de la côte nord de l'île Bylot (fig. 4*b*). En 1975, le chenal était assez large et plus près de la rive et se prolongeait vers le sud le long de la côte est de l'île Bylot jusqu'au cap Macculloch (fig. 4).

L'ouverture disparaît généralement en avril, comme ce fut le cas en 1976, 1977 et 1978. En 1975, elle disparut au début de mai. En 1979, l'étendue d'eau libre était confinée à un petit secteur au large de l'angle sud-est de l'île et en 1976 cette même petite étendue réapparaissait en mai (fig. 4*d*).

Comme nous l'avons déjà mentionné, cette polynie rejoint en fin de compte la North Water au moment de la débâcle dans la mer de Baffin; elle peut la rejoindre dès le mois de juin (comme en 1975) ou seulement en août (comme en 1977).

5.4. Détroit de Lancaster

De la glace fixée à la côte se forme à la fin de septembre ou au début d'octobre dans le détroit de Lancaster. Au milieu ou à la fin d'octobre, le détroit est généralement complètement recouvert de glace quoique celle-ci ne soit pas encore consolidée (9+/10). Un réseau de chenaux côtiers et de fissures apparaît généralement entre la mi-novembre (1975, 1976) et la mi-décembre (1974, 1977) pour persister sous une forme ou une autre pendant tout l'hiver jusqu'à la débâcle. Toutefois, ce réseau n'est pas apparu pendant l'hiver 1978–1979, alors que la glace s'est consolidée dans le détroit de Lancaster. Des chenaux longent les côtés nord et sud du détroit de Lancaster et se prolongent vers le sud dans le goulet du Prince-Régent où ils peuvent être ouverts au sud de la baie de Creswell du côte ouest (par ex. fig. 5*a*). La disposition des chenaux est périodiquement modifiée sous l'influence des courants et des vents. Un chenal qui appartient à ce réseau commence à l'extrémité ouest du détroit de Lancaster et peut se prolonger vers l'ouest jusqu'aux îles Griffith et Lowther comme ce fut le cas en janvier et février 1975, 1976, 1977 et 1978 (fig. 5*a*). En 1976, ce chenal est resté à cet endroit pendant tout l'hiver (fig. 5*b*) jusqu'au moment de la débâcle à la fin mai. En 1975 et 1977, le chenal autour de l'île Lowther a gelé deux fois vers le début février et la fin mars. À peu près au même moment, un autre chenal se forme dans les environs de l'île du Prince-Léopold et

Figure 4a-d
Englacement du réseau de chenaux de l'île Bylot pour certains mois et certaines années

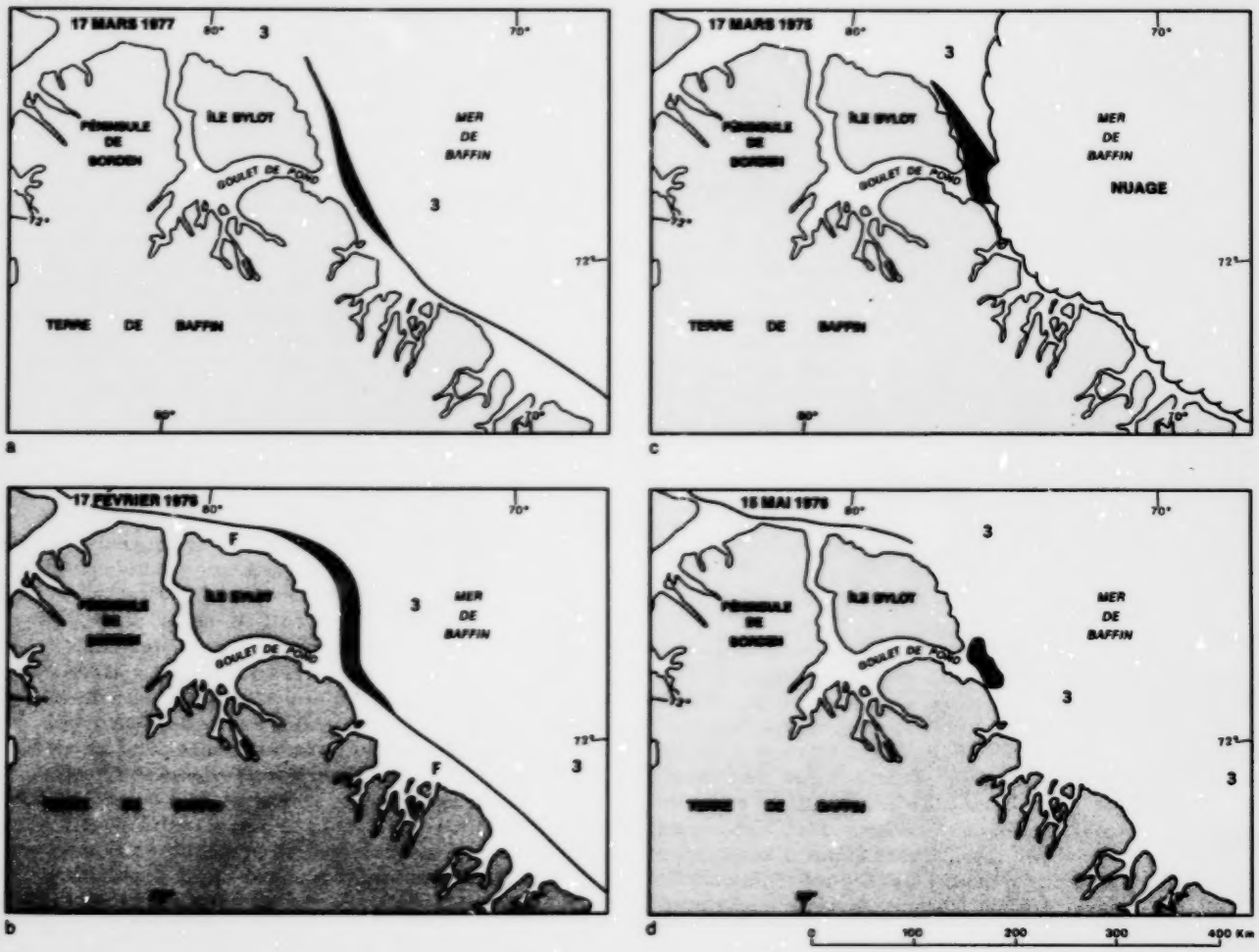
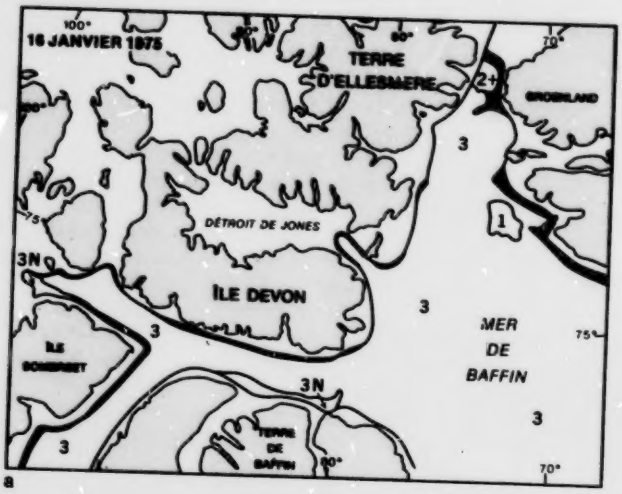
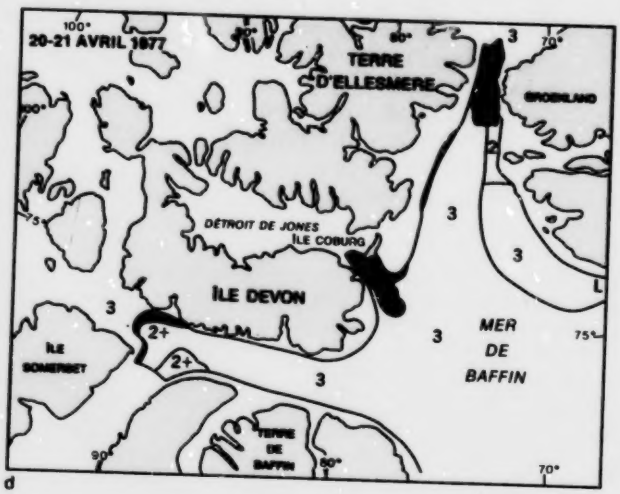


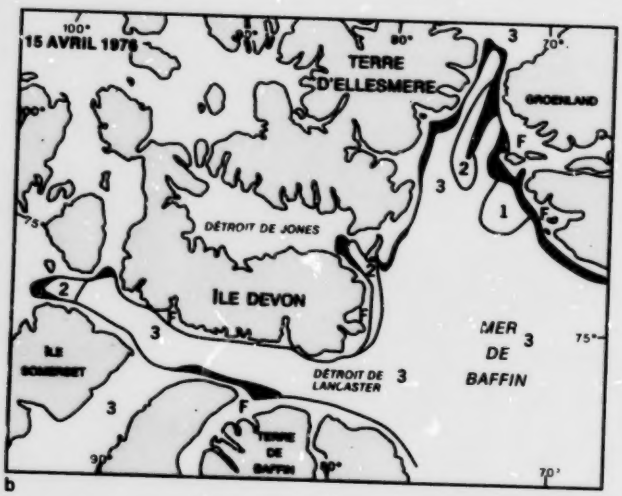
Figure 5a-e
Engiacement du réseau de chenaux du détroit de Lancaster pour certains mois et certaines années



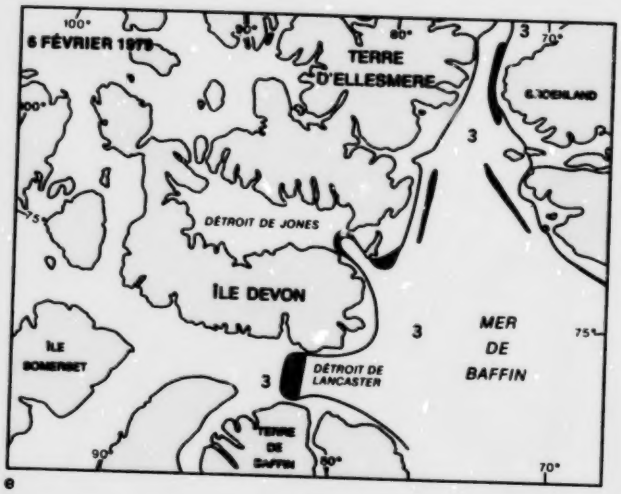
a



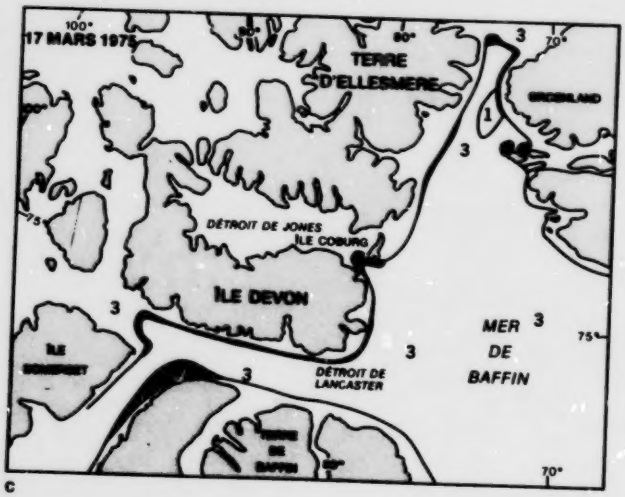
d



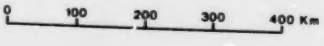
b



e



c



s'étire vers le nord en direction de la baie de Maxwell puis vers l'est le long de la côte sud de l'île Devon (fig. 5*c* et *d*). Historiquement, l'emplacement de cette étendue d'eau est resté remarquablement constant (Smiley et Milne, 1979) et peut être associé à l'existence du seuil sous-marin présent à cet endroit dans le détroit de Lancaster.

En 1978, le chenal de l'île du Prince-Léopold est apparu pour la première fois vers le 11 mars mais il était de nouveau gelé le 25 mars. À ce moment, l'étendue d'eau libre se limitait à un chenal reliant le cap Sherard (île Devon) au goulet de l'Amirauté. En 1979, la seule étendue d'eau libre dans le détroit de Lancaster fut un chenal transversal orienté nord-sud près de l'entrée du détroit (fig. 5*e*). Ce chenal s'est formé au début de janvier et rejoint la North Water pendant la deuxième moitié du mois de mai.

Pendant l'hiver, le chenal situé le long de la rive nord du détroit de Lancaster peut être continu et relié à la polynie située près de l'île Coburg, selon les conditions de vent et le déplacement des glaces dans la mer de Baffin (fig. 5*a* et *c*). À d'autres moments, le chenal est discontinu (fig. 5*b*). Du côté sud du détroit de Lancaster, le chenal n'est généralement pas continu vers l'est jusqu'à la polynie située au large de l'île Bylot.

La débâcle a commencé du début au milieu de mai en 1975 et en 1977 et à la fin de mai en 1976. En 1978 et 1979, elle ne s'est pas produite avant le mois d'août.

5.5. Goulet du Prince-Régent

L'englacement ne se produit généralement pas plus tard qu'à la mi-octobre dans le goulet du Prince-Régent et le golfe de Boothia. Puisque le goulet du Prince-Régent ne devient libre de glace en direction sud que jusqu'à une ligne reliant la baie du Lord Maire, sur la presqu'île de Boothia, à l'île du Kronprinz Frédéric, il existe une ligne de démarcation entre la glace annuelle du goulet du Prince-Régent et la glace de plusieurs années du golfe de Boothia.

En janvier, un réseau caractéristique de fissures et de chenaux côtiers apparaît le long des rives est et ouest du goulet du Prince-Régent et se prolonge vers le sud dans le golfe de Boothia et la baie du Comité (fig. 6*a*). Ce réseau de chenaux est également relié aux chenaux longeant le côté sud du détroit de Lancaster. La disposition de ces chenaux correspond de très près à la répartition des courants dans cette région (fig. 2). Un chenal libre apparaît couramment le long des côtes est et nord-est de l'île Somerset en janvier et février (par ex. fig. 6*a* et *b*) et il existe parfois une étendue d'eau libre le long de la presqu'île de Brodeur à la même période de l'année. Il peut également exister une étendue d'eau libre à l'entrée du goulet du Prince-Régent (par ex. fig. 6*c*) ou un chenal libre en travers de ce goulet au sud du détroit de Lancaster (fig. 6*d*). Presque tous les ans, il existe un chenal transversal quelque part entre le détroit de Bellot et la baie de Bernier de la presqu'île de Brodeur de mars jusqu'au milieu ou à la fin de juin (fig. 6*e* et *f*). Il s'agit d'une entité très régulièrement présente d'une année à l'autre et qui ne disparaît qu'avec la débâcle. (Pendant la durée de l'étude, seule l'année 1979 a fait exception, ce chenal n'étant alors apparu qu'à la mi-juin.) L'emplacement de ce chenal transversal peut être relié à la topographie sous-marine du goulet du Prince-Régent puisqu'il existe un seuil en travers du détroit à peu près à cet endroit. Ce seuil peut également influer sur la formation de courants en sens inverse des aiguilles d'une montre dans le goulet du Prince-Régent (fig. 2). On doit enfin signaler le grand chenal libre qui est apparu dans la baie de Creswell en janvier et (ou) en février au cours de 4 des 5 dernières années (fig. 6*d*). Ce chenal a tendance à disparaître au moment de la formation du chenal transversal en mars.

Le goulet du Prince-Régent a été libre du détroit de Lancaster jusqu'à la baie de Bernier au sud avant la fin d'août en 1975, 1976 et 1977. En 1979, ce goulet n'est devenu libre de glace vers le sud que jusqu'à la baie de Creswell et en 1978 seuls les baies et un passage du côté est du goulet ont été libres. Ailleurs, la couverture de glace était de 8/10 à 10/10.

5.6. Détroit de Bellot

La polynie du détroit de Bellot peut probablement être attribuée aux effets des courants empruntant l'étroit chenal séparant l'île Somerset de la presqu'île de Boothia (voir fig. 2). Le Service hydrographique du Canada (1970) mentionne l'existence de forts courants du côté est du détroit, ce qui peut expliquer l'agrandissement de la polynie observé régulièrement dans cette région.

Entre la fin septembre et le mois de décembre, le détroit de Bellot et les secteurs au large de chacune des extrémités de ce détroit, dans le goulet du Prince-Régent et dans le détroit de Franklin, se recouvrent de glace (fig. 7*a* et *b*). Au cours de chacune des 5 dernières années, une étendue d'eau libre a été observée au milieu du détroit de Bellot entre la fin de décembre et le mois de mars (par ex. fig. 7*c*). Cette étendue est d'abord apparue en décembre en 1975 et 1978 et en janvier en 1976, 1977 et 1979. En avril et mai, la polynie se déplace vers l'extrémité est du détroit et s'agrandit pour se prolonger dans la baie de Brentford (fig. 7*d*). La débâcle se produit généralement en juin mais les conditions varient fortement d'une année à l'autre selon la progression de la débâcle dans le goulet du Prince-Régent et dans le détroit de Franklin. Au cours de cette période, le détroit de Bellot peut être complètement gelé (1976), libre dans le milieu et occupé par la glace à l'une ou l'autre extrémité (1977, 1978, 1979), ou bien tout le détroit peut être libre de glace du côté de la baie de Brentford (1975).

De la fin juin jusqu'à la fin septembre, le détroit de Bellot reste libre et relié à une étendue d'eau libre dans le goulet du Prince-Régent (fig. 7*e*). Pendant 3 années (1975, 1976, 1977), il y a eu des étendues d'eau libre aux deux extrémités du détroit à la fin août ou au début septembre (fig. 7*f*). En 1978 et 1979, il n'y avait une étendue d'eau libre que du côté est du détroit.

5.7. Baie du Comité

Au cours des 5 années, on a observé une polynie, qui apparaît pour la première fois en janvier (1977), en février (1975, 1976, 1979) ou en avril (1978), dans la baie du Comité entre l'île de Galles et la péninsule de Simpson. Quoique sa forme, sa taille et son emplacement précis aient initialement varié d'une année à l'autre, elle a généralement pris une forme assez caractéristique en avril (fig. 6*a* à *f* et 8*a*).

Dans cette région, l'englacement commence au début de septembre (1976, 1977, 1979), à la mi-septembre (1977) ou au début d'octobre (1975). De la glace fixée se forme le long du littoral tandis que le milieu de la baie est occupé principalement par de la glace de deux ans et plus qui y dérive en provenance du golfe de Boothia.

La polynie semble faire partie d'un réseau de chenaux côtiers qui se forme entre la glace fixée à la côte et la glace de banquise dans le goulet du Prince-Régent, le golfe de Boothia et la baie du Comité (fig. 6*a*). L'existence de cette polynie est difficile à expliquer en raison du manque de données sur la bathymétrie et les courants. Nous pensons néanmoins que le vent et les marées peuvent être des facteurs importants. L'amplitude maximale de la marée à Fort Ross (détroit de Bellot) est de 2,5 à 3 m et elle est vraisemblablement plus grande plus loin au sud dans la baie du Comité.

Figure 6a-f
Englacement du réseau de chenaux du goulet du Prince-Régent pour certains mois et certaines années

Après sa formation, cette polynie persiste jusqu'au début de juin alors que la glace du golfe de Boothia et de la baie du Comité devient plus mobile et que la glace fixée commence à se briser. Au maximum de la débâcle, il y a de l'eau libre le long de la côte mais la baie du Comité elle-même n'est jamais libre de glace (fig. 8*b*). En septembre 1975, toutefois, une partie exceptionnellement grande de la baie était libre jusqu'au goulet du Prince-Régent.

5.8. Bassin de Foxe

L'englacement commence généralement à la mi-octobre dans la partie nord-ouest du bassin de Foxe et atteint le sud de l'île Southampton au début ou au milieu de novembre. En 1978, l'englacement s'est produit quelques semaines plus tôt. Le bassin de Foxe est caractéristiquement recouvert de glace annuelle et on y trouve des zones de glace fixée autour des îles et le long de la côte. En raison des vents, des marées et des courants, la plus grande partie de la banquise reste continuellement en mouvement. Sur l'imagerie NOAA, une grande partie du bassin de Foxe apparaît presque toujours très foncée, peut-être parce que le déplacement constant empêche que la glace ne devienne trop épaisse.

Il se forme normalement au début de janvier, dans la partie nord du bassin de Foxe, un réseau caractéristique de fissures, de chenaux et de petites étendues d'eau libre qui varie peu d'une année à l'autre (par ex. fig. 9*a*). Une étendue d'eau libre est apparue au nord et au nord-est de l'île du Prince-Charles dès le début de décembre en 1975 et 1978; elle provenait de l'extrémité sud du détroit de Fury et Hecla jusqu'au-delà de l'île Igloolik vers le sud en 1975, et entre les îles Igloolik et Jens Munk ainsi qu'au nord de l'île Rowley en 1978.

À la mi-février, ou plus souvent au début mars, des chenaux côtiers libres existent habituellement autour de l'île Koch, de l'île Rowley, de la péninsule de Baird, de l'île Foley et des îles Spicer. Un chenal libre se forme également entre

Figure 7a-f
Englacement de la polynie du détroit de Bellot pour certains mois et certaines années

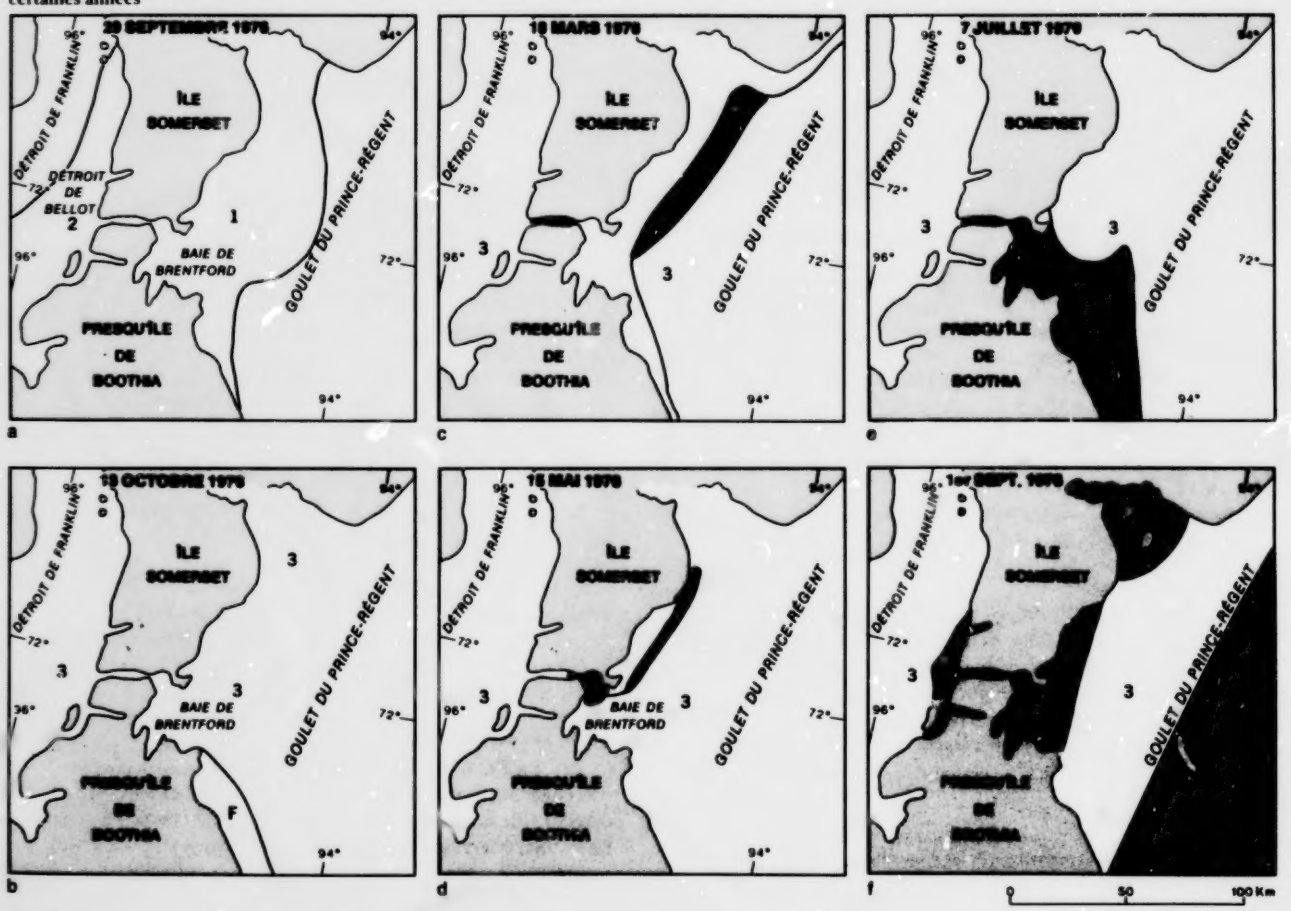
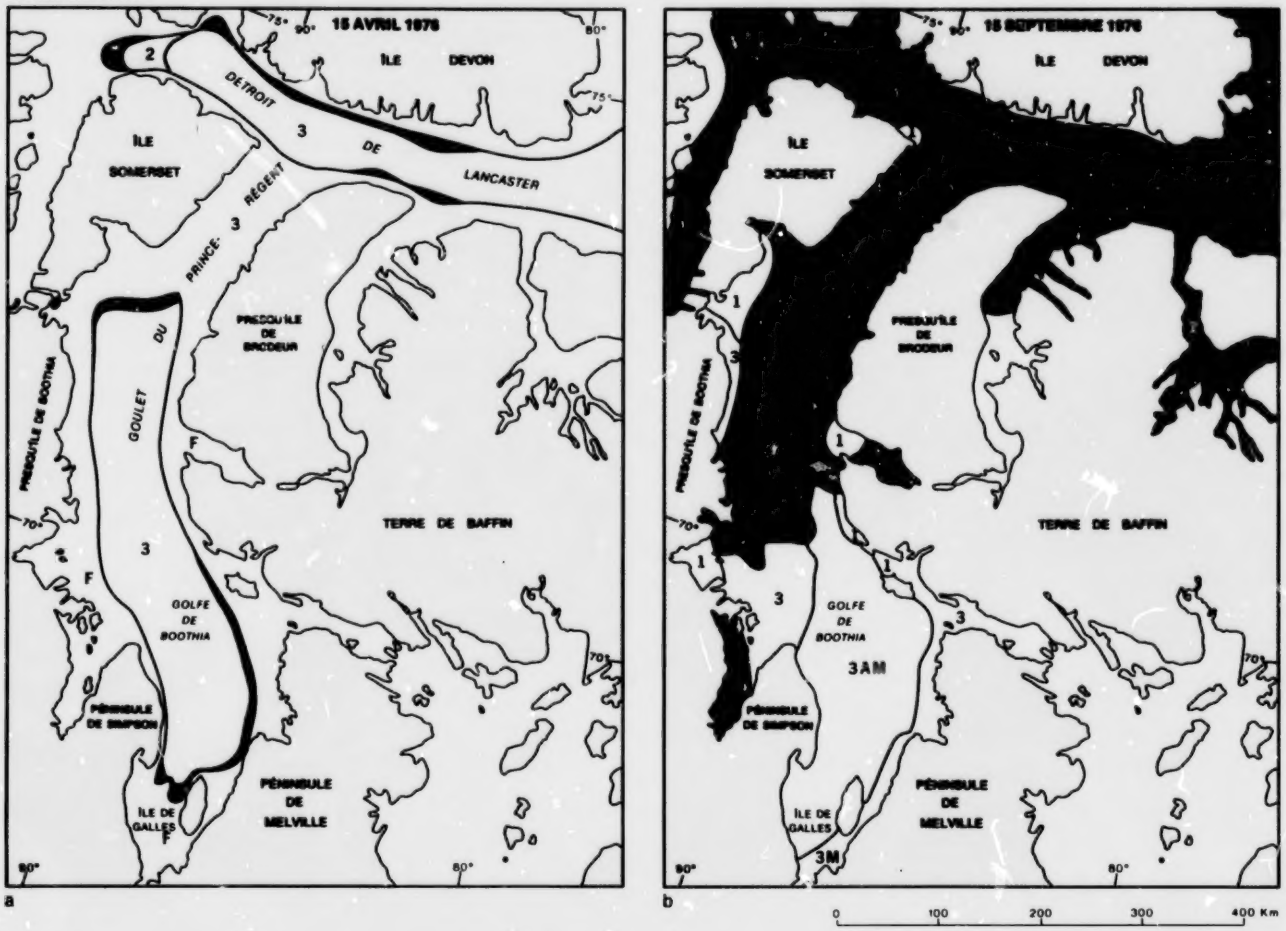


Figure 8a et b
Englacement de la polynie de la baie du Comité pour certains mois et certaines années



la glace fixée et la glace de banquise du côté sud-est de l'île du Prince-Charles et du côté sud de l'île de l'Aviation. Certaines années, l'étendue d'eau libre se prolonge vers le sud le long de la baie de Taverner (terre de Baffin) (fig. 9*b*). La polynie située au large de l'île Rowley a été reliée à celle des îles Spicer à la mi-avril en 1978 (par ex. fig. 9*c*) et entre le milieu et la fin de mai en 1976, 1977 et 1979.

Il existe généralement un chenal libre entre l'île Igloolik et l'île Jens Munk au début de janvier (fig. 9*a*). Cette polynie, qui a la forme caractéristique d'un fer à cheval, persiste pendant tout l'hiver. Un autre chenal libre apparaît en février (1977, 1979) ou en mars (1975, 1978) du cap Wilson jusqu'au-delà de l'île Winter au sud (fig. 9 *b*). Ce chenal persiste également jusqu'à la débâcle. En 1976, il n'y a eu qu'une petite étendue d'eau libre au large du cap Wilson en mai[1].

Les polynies au large de l'île Rowley, des îles Spicer, de l'île du Prince-Charles, de l'île de l'Aviation et du cap Wilson sont toutes situées au sud ou au sud-est. On présume que cela dépend en grande partie des vents dominants qui soufflent du nord-ouest (Markham, 1962); un effet comparable a déjà été signalé dans les baies d'Ungava et d'Hudson (Stirling et coll., 1977).

Tous les ans à la mi-mai, une grande étendue d'eau libre apparaît au nord-ouest du bassin de Foxe entre la pointe Hall, l'île Jens Munk et l'île Rowley. Cette étendue d'eau s'agrandit progressivement vers le sud-est et les autres étendues d'eau libre susmentionnées s'y rattachent progressivement (fig. 9*d*). Une étendue d'eau libre se prolonge fréquemment le long du chenal au large du cap Wilson. La disparition hâtive des glaces dans le nord-ouest du bassin de Foxe a été associée aux vents dominants du nord-ouest et aux courants circulant vers le sud (Markham, 1962).

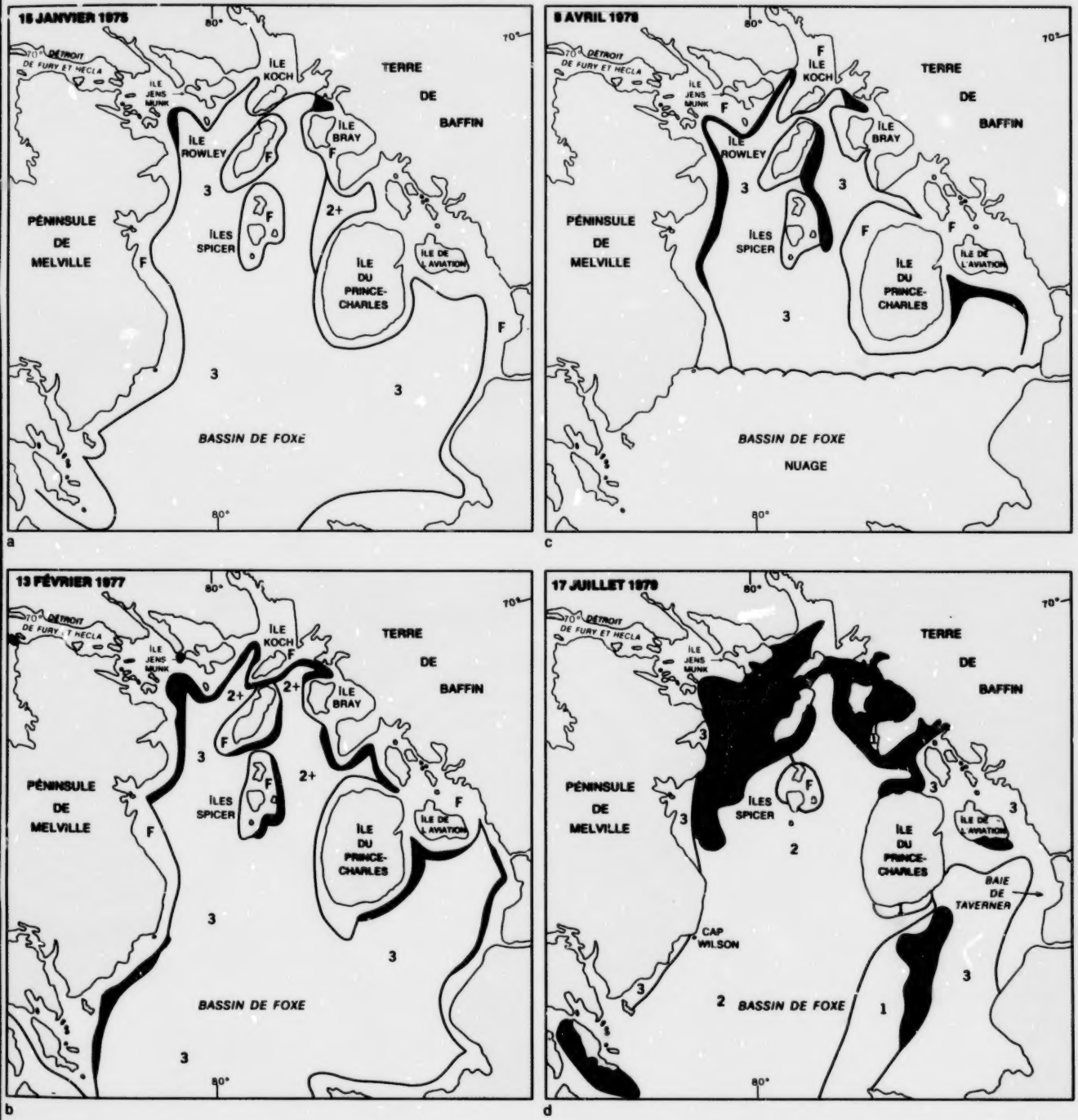
À mesure que progresse la débâcle, un réseau complexe et variable d'étendues d'eau libre et de glace lâche se forme au gré du vent et de la progression même de la débâcle. La disparition générale de la glace du bassin de Foxe par le détroit d'Hudson se produit généralement de la fin d'août à la fin de septembre quoique la glace n'ait pas disparu en 1978. Le détroit de Fury et Hecla n'est souvent pas dégagé pendant l'été parce qu'il a tendance à être obstrué par la glace sortant du golfe de Boothia.

5.9. Porte de l'Enfer – Détroit de Cardigan

La Porte de l'Enfer et le détroit de Cardigan sont d'étroits passages entre les îles Kent-Nord et Devon et la terre d'Ellesmere qu'empruntent de forts courants circulant de la baie Norvégienne au détroit de Jones (fig. 2). Une polynie récurrente bien connue existe à cet endroit à cause

[1] Le réseau de chenaux au large de la côte nord de l'île Southampton n'a pas été cartographié régulièrement parce qu'il se trouve à la limite de la région principale étudiée.

Figure 9a-d
Englacement des polynies du bassin de Foxe pour certains mois et certaines années



de ces courants. D'après les données des 5 dernières années, on peut délimiter la partie centrale de cette polynie qui apparaît de manière assez constante d'une année à l'autre.

L'englacement se produit normalement en septembre dans cette région; les baies et les fjords se couvrent d'abord de glace nouvelle. Ailleurs, la glace est généralement composée d'un mélange de glace grise, de glace blanchâtre et de glace nouvelle; certaines années, il y a également de la glace de première année et occasionnellement de la glace de plusieurs années provenant de la baie Norvégienne et qui vient congestionner le détroit. Pendant les mois d'octobre et de novembre, la couverture de glace dans la Porte de l'Enfer et le détroit de Cardigan est de 9+/10 quoique la glace semble rester mobile dans le secteur. En novembre 1978, la couverture de glace n'était que de 6/10 à 8/10 puisqu'il n'y a pas eu de débâcle dans la baie Norvégienne cette année-là et que le détroit était moins congestionné.

L'eau libre réapparaît généralement au début de décembre d'un côté ou de l'autre de l'île Kent-Nord, souvent d'abord du côté est. L'étendue d'eau libre persiste de décembre à juillet, sa superficie maximale étant observée en mai, juin et juillet. Les conditions et les concentrations de glace peuvent être très variables pendant tout l'hiver et d'une année à l'autre (fig. 10*a* à *f*). Néanmoins, la polynie reste souvent libre de glace le long de sa limite sud-est, peut-être en raison de l'existence d'une plate-forme sous-marine dans le détroit de Jones entre le cap Storm sur la terre d'Ellesmere et le cap Svarten sur l'île Devon. Pendant la période où son étendue est maximale (mai à juillet), sa partie centrale est libre de glace et isolée du détroit de Jones.

La débâcle se produit normalement en juillet dans la baie Norgévienne et la glace circulant vers le sud a tendance à bloquer la Porte de l'Enfer et le détroit de Cardigan. En raison de ce phénomène, la glace ne disparaît généralement pas complètement pendant l'été. Presque tous les ans, le détroit de Jones est dégagé pendant le mois d'août alors que la couverture de glace peut encore atteindre 6/10 à 8/10 dans la Porte de l'Enfer et le détroit de Cardigan. Au moment où se produit l'englacement, en septembre, la couverture de glace se compose d'un mélange de glace nouvelle, de glace d'un an et de glace de plusieurs années.

5.10. Détroit de la Reine – Détroit Penny

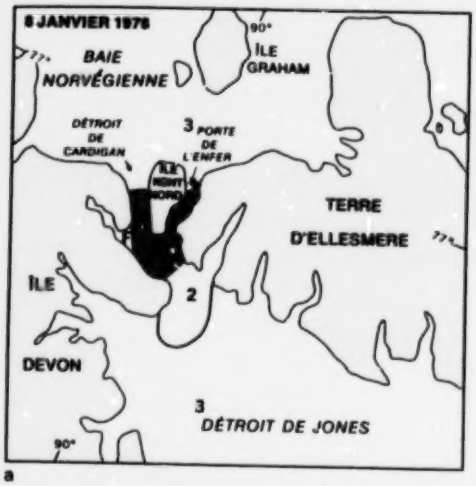
Un réseau bien connu de polynies existe aux environs de l'île Dundas (voir le frontispice) et du détroit Penny, probablement en raison des forts courants et des eaux surtout peu profondes qui prédominent dans toute la région. L'englacement se produit généralement à la fin de septembre ou au début d'octobre dans cette région, l'année 1976 ayant fait exception alors qu'il s'est produit à la mi-octobre. L'englacement commence d'abord dans le détroit Penny et la région située au nord-ouest de l'île Cornwallis dans le détroit de la Reine et le détroit de McDougall. À cette époque de l'année, la couverture de glace dans le détroit de Wellington et la région entourant les îles Dundas et Baillie-Hamilton peut varier de 2/10 à 8/10. Moins de 2 semaines plus tard, ces derniers secteurs gèlent également, ce qui produit un alignement caractéristique de glace (fig. 11*a*). Quoique, dans toute cette région, la glace soit généralement de première année, en 1978 et 1979 la partie nord du détroit de Wellington ne s'est pas dégagée pendant l'été. Par conséquent, l'étendue d'eau reliant ce réseau de polynies au détroit de Lancaster n'était alors libre de glace vers le nord que jusqu'aux environs de la baie de Griffin de l'île Devon.

En janvier (décembre en 1978), une étendue d'eau libre apparaît dans le passage Couch entre les îles Dundas et Baillie-Hamilton ou dans le détroit Pioneer entre l'île Dundas et la presqu'île Sheills de l'île Devon (fig. 11*b*). Cette entité persiste pendant les mois d'hiver (fig. 11*c* et *d*). Au moment de son extension maximale, qui est généralement observée vers la fin avril ou le début mai, les eaux situées entre ces masses de terre restent complètement libres (fig. 11*e*). Au début de la débâcle, généralement en juin, le passage Couch et le détroit Pioneer ont tendance à être congestionnés par la glace provenant du détroit Penny, sans doute en raison des courants circulant vers le sud dans cette région (fig. 2). La faible profondeur des chenaux et la situation des îles contribuent à former un étranglement. La glace coincée a disparu du début au milieu de juillet en 1976 et 1977 et vers la fin de juillet en 1975 et 1978. En 1979, en raison de l'état des glaces, il a été impossible de dire à quel moment l'embâcle a disparu ou même s'il a disparu.

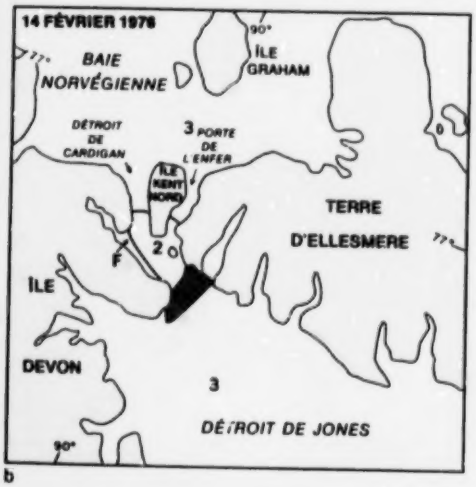
Plusieurs petites polynies se forment en mai ou au début juin le long du côté est du détroit Penny (fig. 11*e*). Quoique ces polynies puissent ne pas être dégagées particulièrement tôt, leur apparition précède la débâcle et elles semblent être situées aux mêmes endroits d'une année à l'autre. A mesure que se produit la débâcle pendant le mois de juin, ces étendues isolées d'eau libre se rejoignent jusqu'à ce que tout le détroit soit dégagé (généralement à la mi-juin). Enfin, à la fin de juin ou à la mi-juillet, l'étendue d'eau libre du détroit Penny rejoint celle située autour de l'île Dundas, bien qu'en 1978 les deux étendues ne se sont rejointes qu'au début d'août. L'étendue libre autour des îles Dundas et Baillie-Hamilton rejoint celle du détroit de Wellington (et par là le détroit de Lancaster) entre la mi-juillet et la mi-août (fig. 11*f*). En 1978 et 1979, ces deux étendues ne se sont pas rejointes parce que le détroit de Wellington est resté occupé par la glace jusqu'aux environs de la baie de Griffin au sud.

Des courants circulant en direction sud transportent la glace des détroits de la Reine et Penny vers le sud par le détroit de Wellington jusqu'au détroit de Lancaster. Le détroit de McDougall entre les îles Bathurst et Cornwallis n'a jamais été complètement libre de glace pendant toute la durée de l'étude.

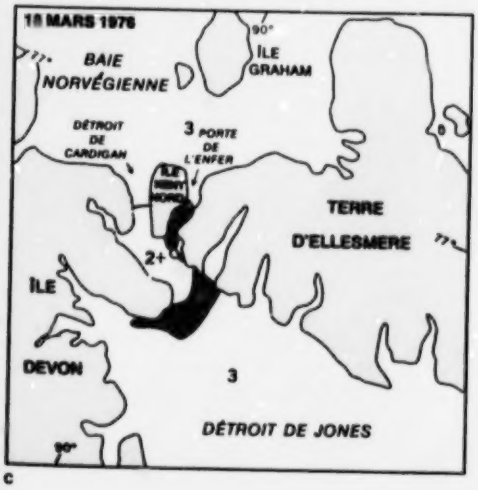
Figure 10a-f
Englacement de la polynie de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan pour certains mois et certaines années



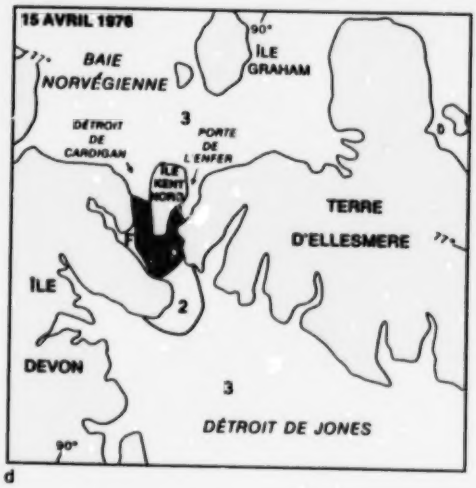
a



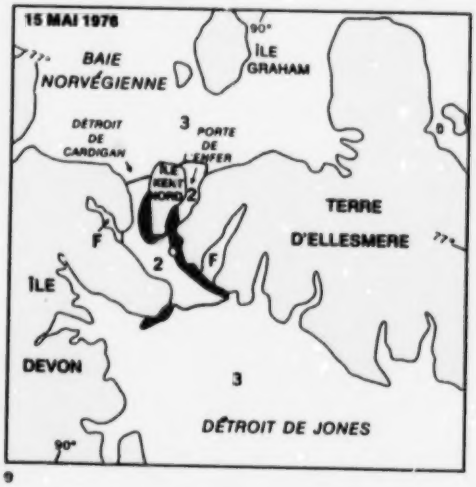
b



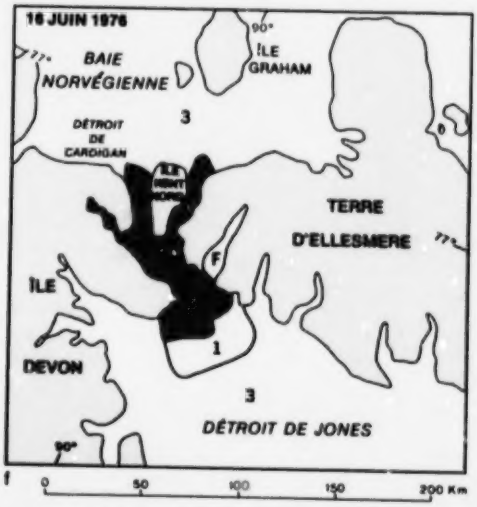
c



d

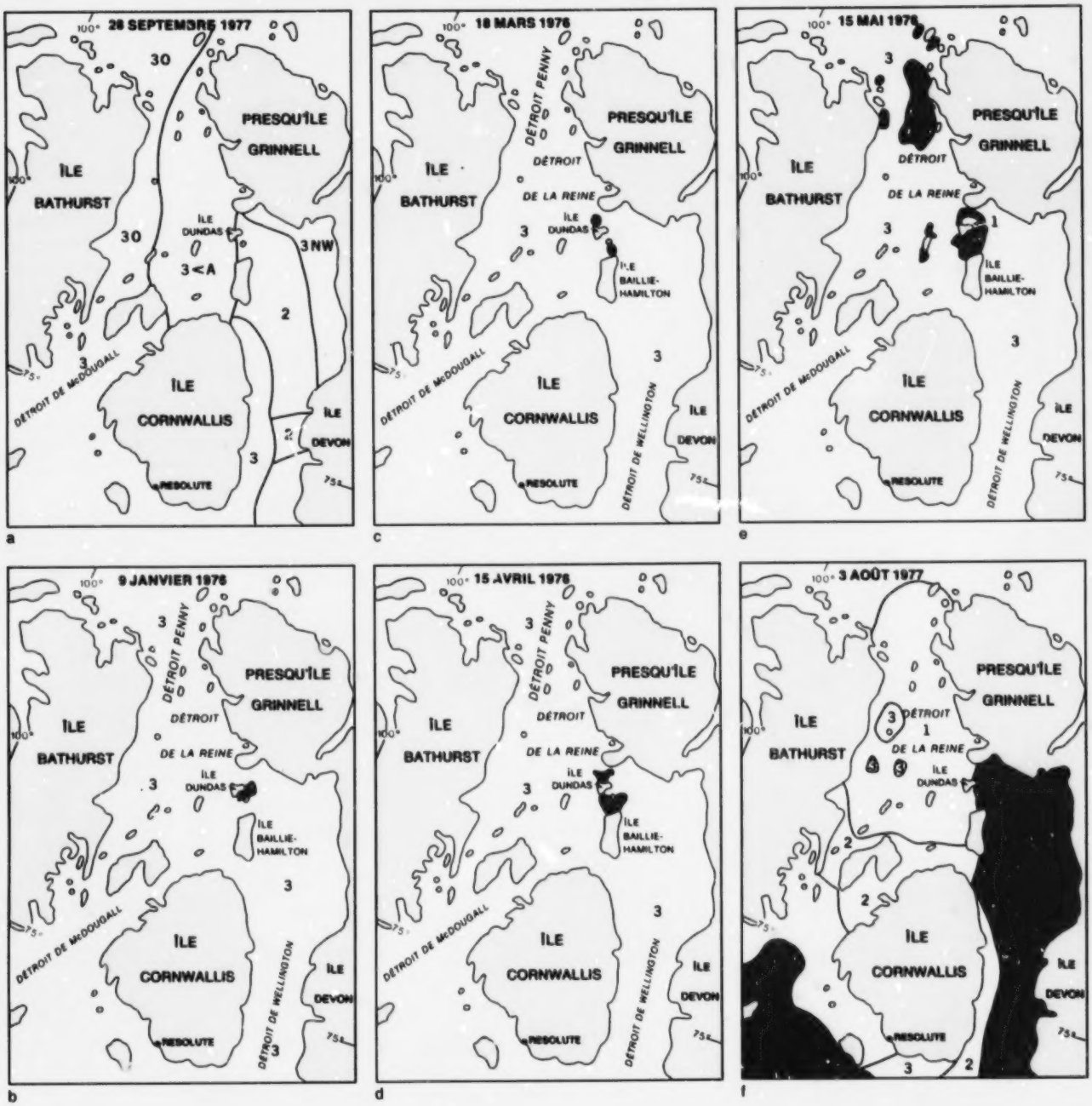


e



f

Figure 11a-f
Englacement des polynies des détroits de la Reine et Penny pour certains mois et certaines années



5.11. Réseau de chenaux de l'océan Arctique

L'océan Arctique est recouvert de glace de dérive qui se déplace progressivement dans le sens des aiguilles d'une montre sous l'effet des courants et des vents. Une banquise côtière se forme le long des îles périphériques de l'archipel de la Reine-Élizabeth, du côté ouest de l'île Banks et le long de la côte du continent (fig. 12). L'englacement le long de l'île Banks peut commencer entre le 1er octobre (comme en 1978) et le 1er novembre (comme en 1977) ou bien une semaine ou deux plus tard le long de la côte du continent.

Il existe couramment, à la limite entre la banquise côtière et la glace de dérive, un réseau de chenaux côtiers qui varie peu d'une année à l'autre et qui marque la limite de la plate-forme continentale (fig. 12). Le réseau de chenaux est souvent continu du nord de l'île Ellef Ringnes jusqu'au cap Bathurst sur le continent au sud puis jusqu'au-delà de la pointe Barrow en Alaska à l'ouest. En janvier 1975, il se prolongeait vers le nord jusqu'au détroit de Robeson entre la terre d'Ellesmere et le Groenland.

Le chenal s'ouvre et se referme au gré des déplacements de la glace de banquise; il est par conséquent de largeur et de continuité variables. Il prend la forme d'une succession de chenaux, de fissures et d'étendues d'eau libre (fig. 12) qui, par endroits, peuvent être larges de dizaines de kilomètres pendant l'hiver. Pendant de courtes périodes, il peut y avoir de l'eau libre dans le chenal mais, en raison de la formation rapide de la glace en hiver, il est généralement recouvert de glace nouvelle (Weeks, 1978). Comme nous l'avons déjà mentionné, il était impossible de différencier la glace nouvelle de l'eau libre sur l'imagerie NOAA de sorte que tous les secteurs présentant un aspect foncé ont été représentés sur les cartes comme étant de l'eau libre. Lorsque le chenal se referme, la glace nouvelle est empilée ou soulevée pour former des crêtes de pression que l'on peut voir clairement même sur les images NOAA. D'après la couverture quotidienne que permet l'imagerie NOAA, il semble que la glace de dérive avance et recule très fréquemment de sorte que l'eau libre et(ou) la glace nouvelle persistent dans ce réseau de chenaux côtiers.

Pour faciliter la discussion, nous avons partagé le réseau de chenaux de l'océan Arctique en trois régions: 1) île du Prince-Patrick/détroit de M'Clure/ île Banks; 2) cap Bathurst/golfe d'Amundsen; et (3) du cap Bathurst à la pointe Barrow en Alaska.

5.11.1. *Île du Prince-Patrick*

La côte nord-ouest de l'île du Prince-Patrick (et vers le nord jusqu'aux îles Borden et Ellef Ringnes) reste généralement bloquée par la glace toute l'année. Il y a eu de l'eau libre le long du chenal côtier de l'océan Arctique dès la mi-novembre en 1975 et 1976, tandis que les autres années il y en a eue en janvier (par ex. fig. 13*a*). En 1975, une étendue d'eau libre a persisté jusqu'au début de juillet (quoiqu'il n'y en avait pas en mars, en avril et pendant la première moitié de mai). En 1976, une étendue d'eau libre a persisté jusqu'au début de juin, tandis qu'en 1977 il y eu de l'eau libre jusqu'au début de juillet (sauf en avril). En 1978, il y avait un peu d'eau libre en février mais, en raison de la présence d'une épaisse couche de nuages et d'images manquantes ou de mauvaise qualité, nous n'avons pas d'autres données avant le début de juin alors qu'il n'y avait pas d'eau libre.

Figure 12
Englacement du réseau de chenaux de l'océan Arctique pour certains mois et certaines années

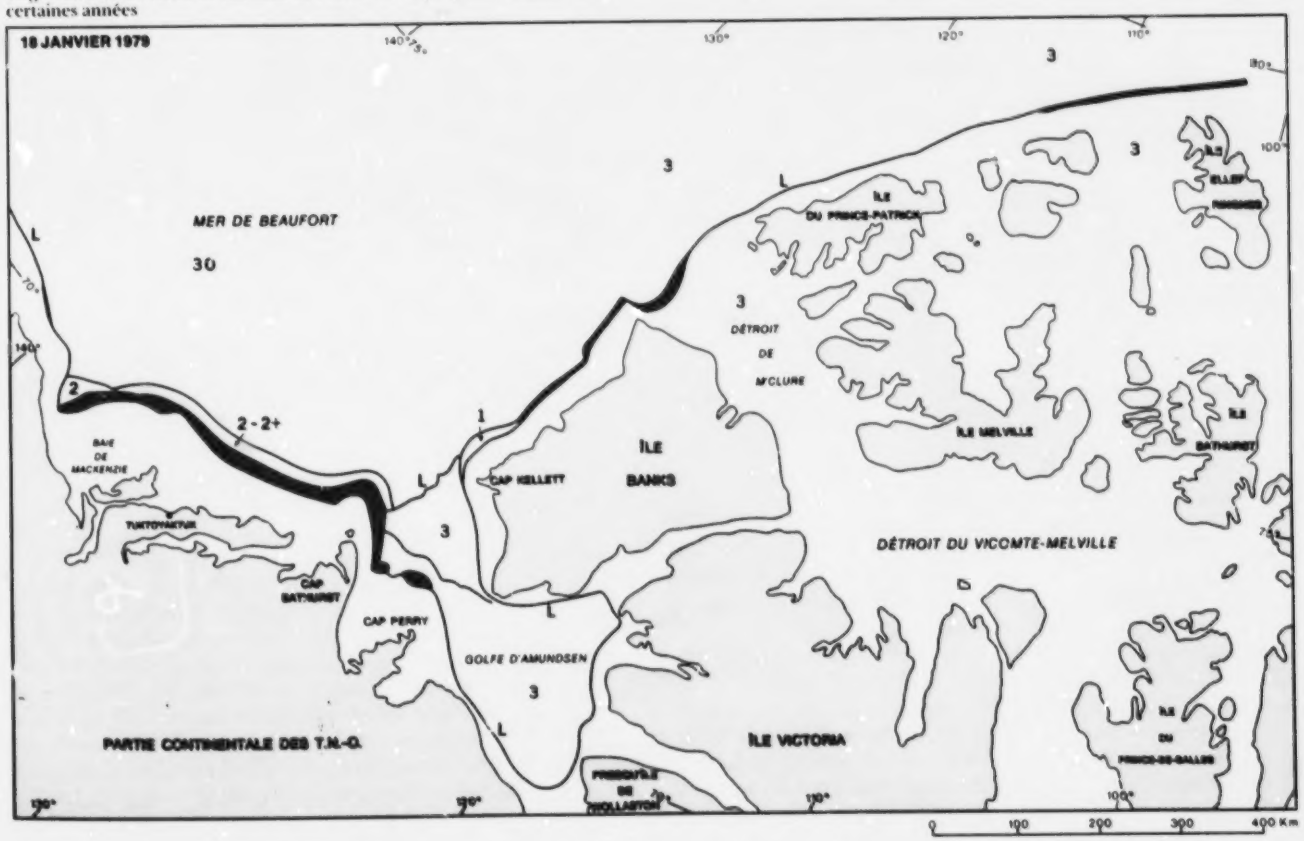
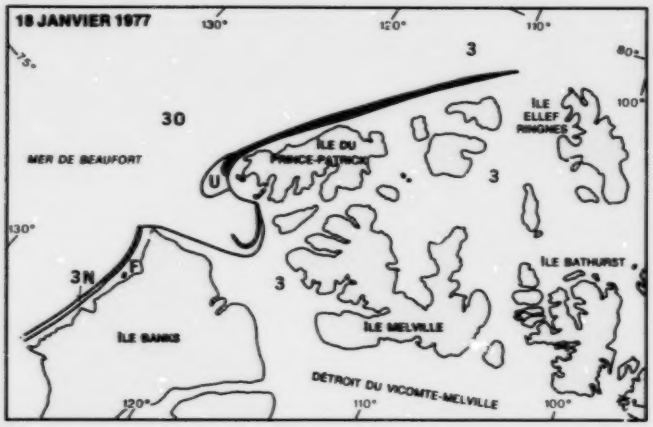
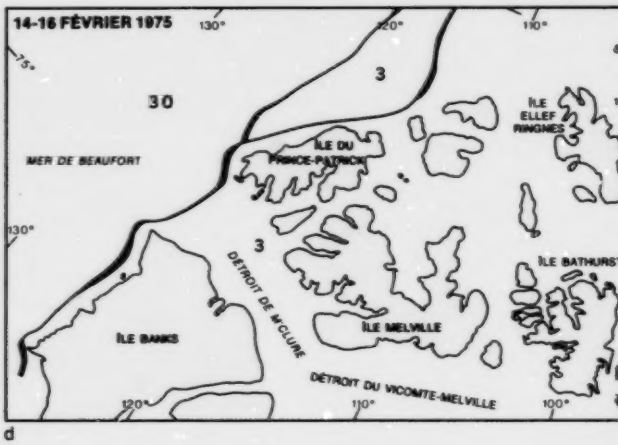


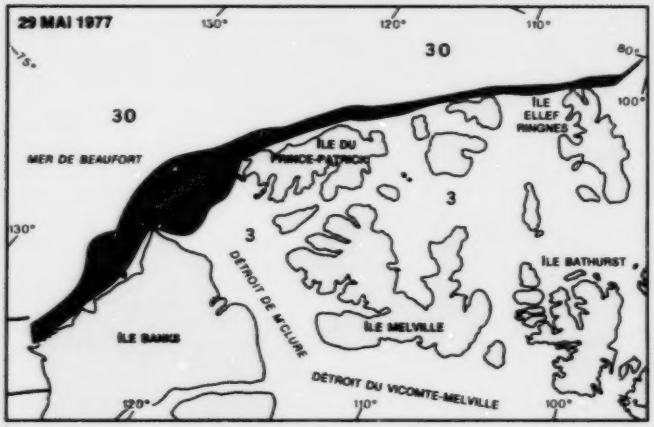
Figure 13a-e
Englacement du réseau de chenaux de l'île du Prince-Patrick pour certains mois et certaines années



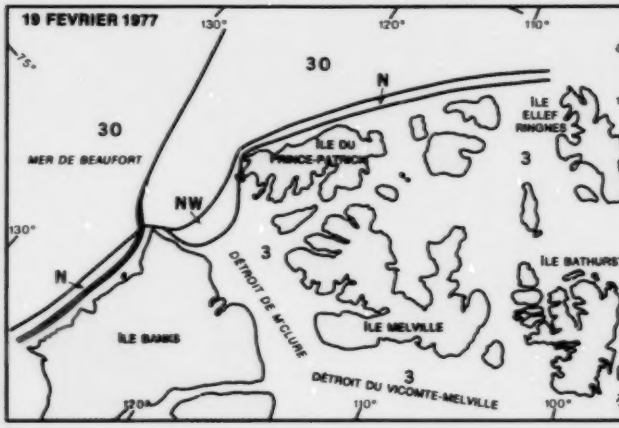
a



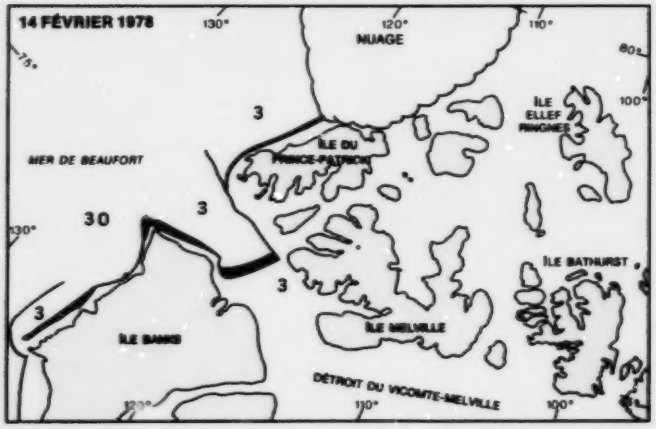
d



b



e



c

0 100 200 300 40

En 1979, il y a eu de l'eau libre jusqu'à la mi-juin (mais nous n'avons pas de données pour février et mars en raison des mauvaises conditions météorologiques).

L'étendue libre de glace atteint sa superficie maximale entre avril et juillet, souvent en mai (par ex. fig. 13*b*). À cette époque, l'étendue d'eau libre est généralement continue du cap Bathurst jusqu'au nord de l'île Ellef Ringnes. En juillet, en raison de la mobilité accrue de la glace de dérive, le chenal a tendance à se refermer et cesse d'être continu. Certaines années toutefois, il peut y avoir des étendues isolées d'eau libre après cette date. Au début de juillet et à la mi-août 1978, il y avait de l'eau libre (ou semi-libre) entre les îles Borden et Ellef Ringnes et de la fin d'août à la mi-septembre 1978, ainsi qu'à la fin d'août 1979, il existait diverses étendues libres au large entre les îles Borden et du Prince-Patrick.

Une étendue d'eau libre à l'entrée du détroit de M'Clure est associée au réseau de l'île du Prince-Patrick. Il s'agit peut-être d'une zone de dislocation entre la glace de dérive de l'océan Arctique et la glace fixée dans le détroit. À cet endroit, de l'eau libre peut apparaître dès le mois de janvier (1977, fig. 13*a*) ou le mois de février (1975, fig. 13*d*) et il y a généralement de l'eau libre à la mi-mai la plupart des années. En 1978 toutefois, le chenal s'était refermé entre avril et juillet. Plus tôt en février, il y avait une étendue d'eau libre dans le détroit de M'Clure près de la baie de Mercy de l'île Banks (fig. 13*c*); cependant, la situation normale est celle indiquée aux figures 13*d* et *e*. Il n'y a généralement pas d'eau libre dans le détroit de M'Clure après le début de juillet (quoique ce fut le cas en 1977).

Une ouverture vers le sud le long de la côte ouest de l'île Banks est également associée au réseau de l'île du Prince-Patrick. La date de l'apparition de cette étendue d'eau libre a varié du début de janvier en 1977 à la fin de février en 1975 et 1978. Comme dans le cas du chenal du Prince-Patrick, la présence de cette nappe d'eau libre dépend des déplacements de la glace de dérive et elle atteint son étendue maximale entre mai et juillet (fig. 13*b*). À la fin de l'été, la glace de dérive se retire vers le nord-ouest, laissant généralement la côte ouest de l'île Banks dégagée au début de septembre. La glace fixée commence à se former au nord et la glace de dérive revient vers la côte entre la mi-octobre et le début de novembre (1976, 1977, 1979). En 1975, cela s'est produit à la fin d'août et au début de septembre, et en 1978 le chenal n'était pas aussi dégagé que les autres années pendant l'été.

5.11.2. *Cap Bathurst*

Presque tous les mois, on peut trouver de l'eau libre quelque part dans l'ouest du golfe d'Amundsen, dans la région des caps Bathurst, Parry et de Kellet (île Banks). De l'eau libre peut apparaître dès le mois de décembre quoique la polynie ne prend une forme caractéristique qu'en avril. L'eau libre apparaît à la limite de la glace fixée, bien que le courant circulant vers l'est dans le golfe d'Amundsen puisse avoir une influence.

Dans cette région, l'englacement se produit entre la mi-octobre (1975, 1978), le début de novembre (1976, 1979) et la mi-novembre (1977) et dure de 2 à 3 semaines. La progression de l'englacement s'effectue du nord-ouest le long de la côte pour se terminer dans le golfe d'Amundsen. Dans l'ensemble, la couverture de glace se compose principalement de glace annuelle. À la mi-décembre, un réseau caractéristique de fissures et de chenaux commence à apparaître le long de la limite de la glace fixée qui suit le bord de la plateforme continentale. Ce réseau se prolonge tout autour du golfe d'Amundsen (fig. 14*a*).

Chacune des 5 années, un chenal libre est apparu au large du côté est du cap Bathurst pendant le mois de janvier (fig. 14*a*). Ce phénomène a coïncidé avec l'apparition d'une étendue d'eau libre juste au nord du cap Parry 4 fois sur 5. L'eau libre persiste dans la région sous une forme ou une autre jusqu'à la fin de mai ou au début de juin lorsque l'étendue située entre le cap Bathurst et le cap de Kellett se dégage d'une manière caractéristique pour former une aire de désagrégation. Jusqu'en avril, la taille, la forme et l'emplacement de l'étendue d'eau libre sont très variables d'un mois et d'une année à l'autre (fig. 14*b*). Toutefois, presque tous les ans en avril la polynie présente une forme plus ou moins caractéristique (fig. 14*c* à *f*). Avec la progression de la débâcle, l'étendue d'eau libre entre les caps Bathurst et de Kellett s'agrandit dans le golfe d'Amundsen. De plus, l'étendue d'eau libre se prolonge vers le nord le long de l'île Banks et vers l'ouest jusqu'à la baie de Mackenzie (voir fig. 14*g* et *h*). L'importance du dégagement du réseau de polynies côtières dans la mer de Beaufort dépend surtout du vent puisqu'il influe sur les déplacements de la glace de dérive dans l'océan Arctique. La côte a été dégagée jusqu'à la baie de Mackenzie pendant chacun des cinq étés et jusqu'à l'île Barter à l'ouest pendant trois des cinq étés.

5.11.3. *À l'ouest du cap Bathurst*

Un réseau récurrent de fissures et de chenaux se forme entre la glace fixée et la glace de dérive arctique le long de la côte du cap Bathurst vers l'ouest jusqu'au-delà de la pointe Barrow. D'après Marko (1975), "la limite de la glace fixée du côté de la mer coïncide généralement avec un chenal persistant (le long de la péninsule de Tuktoyaktuk) qui suit d'assez près la courbe bathymétrique de 30 m et dont la position varie très peu d'une année à l'autre." Marko indique également l'existence d'une zone de transition, qui renferme de l'eau libre, de la glace nouvelle et de la glace mobile, entre la glace fixée et la glace de dérive. Cette zone de transition apparaît sur l'imagerie NOAA.

Le long de la côte ouest de l'océan Arctique, l'englacement se produit généralement d'abord dans la région située entre la baie de Mackenzie et la pointe Barrow entre la fin de septembre (comme en 1975) et le début de novembre (comme en 1977, 1979). Dans la région du cap Bathurst et de la baie de Mackenzie, l'englacement se produit environ deux semaines plus tard, soit entre la mi-octobre (comme en 1975) et la mi-novembre (comme en 1979). À l'ouest de la pointe Barrow, l'englacement se produit généralement encore plus tard, entre la fin d'octobre (1975) et la mi-novembre (1976, 1979). Le réseau de fissures et de chenaux le long de la limite de la glace fixée apparaît généralement vers la mi-novembre.

Pendant l'hiver, on trouve souvent de petites étendues d'eau libre entre le cap Bathurst et la baie de Mackenzie (fig. 15*a* et *b*). Dès novembre (1976) ou décembre (1975, 1977), de l'eau libre peut apparaître. On peut trouver des secteurs libres de glace tout au long des mois d'hiver dans cette région, mais ce n'est généralement pas avant la mi-mai que l'étendue d'eau libre est continue du cap Bathurst à la baie de Mackenzie. L'étendue d'eau était continue en janvier 1979 et, en 1978, elle est apparue à la mi-février et a persisté pendant tout le reste de l'hiver.

Par contraste avec la région étudiée précédemment, des étendues importantes d'eau libre ne persistent que rarement pendant l'hiver entre la baie de Mackenzie et la pointe Barrow. Le chenal a tendance à rester bloqué le long de cette partie de la côte. Dans la région à l'ouest de la pointe Barrow, il existe toutefois de l'eau libre et de la glace nouvelle presque tous les mois mais, ici également, l'étendue libre n'est continue et importante qu'à la mi-mai environ (fig. 15*c*).

Figure 14a-h
Englacement des polynies du cap Bathurst et des réseaux de chenaux adjacents pour certains mois et certaines années

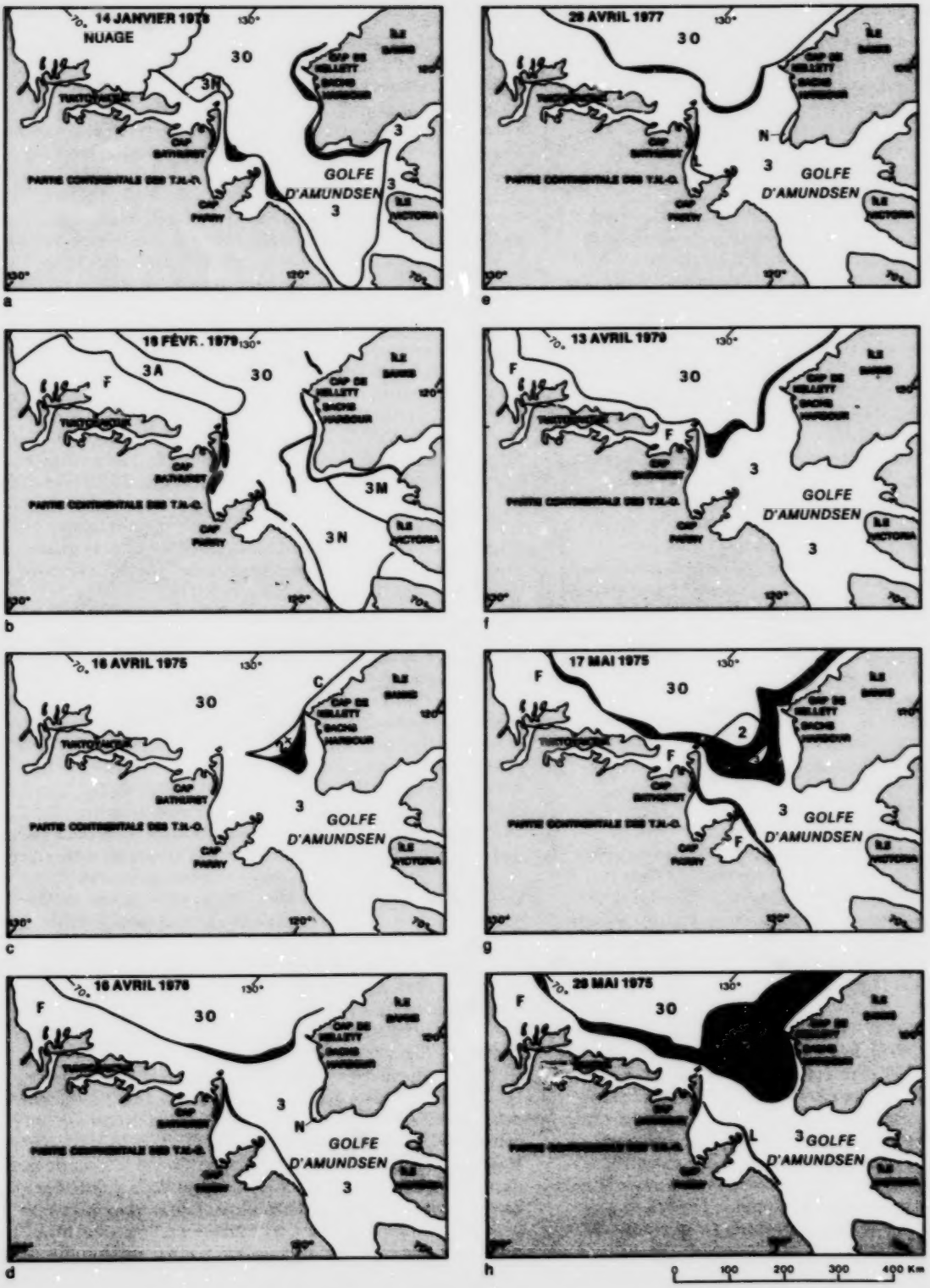
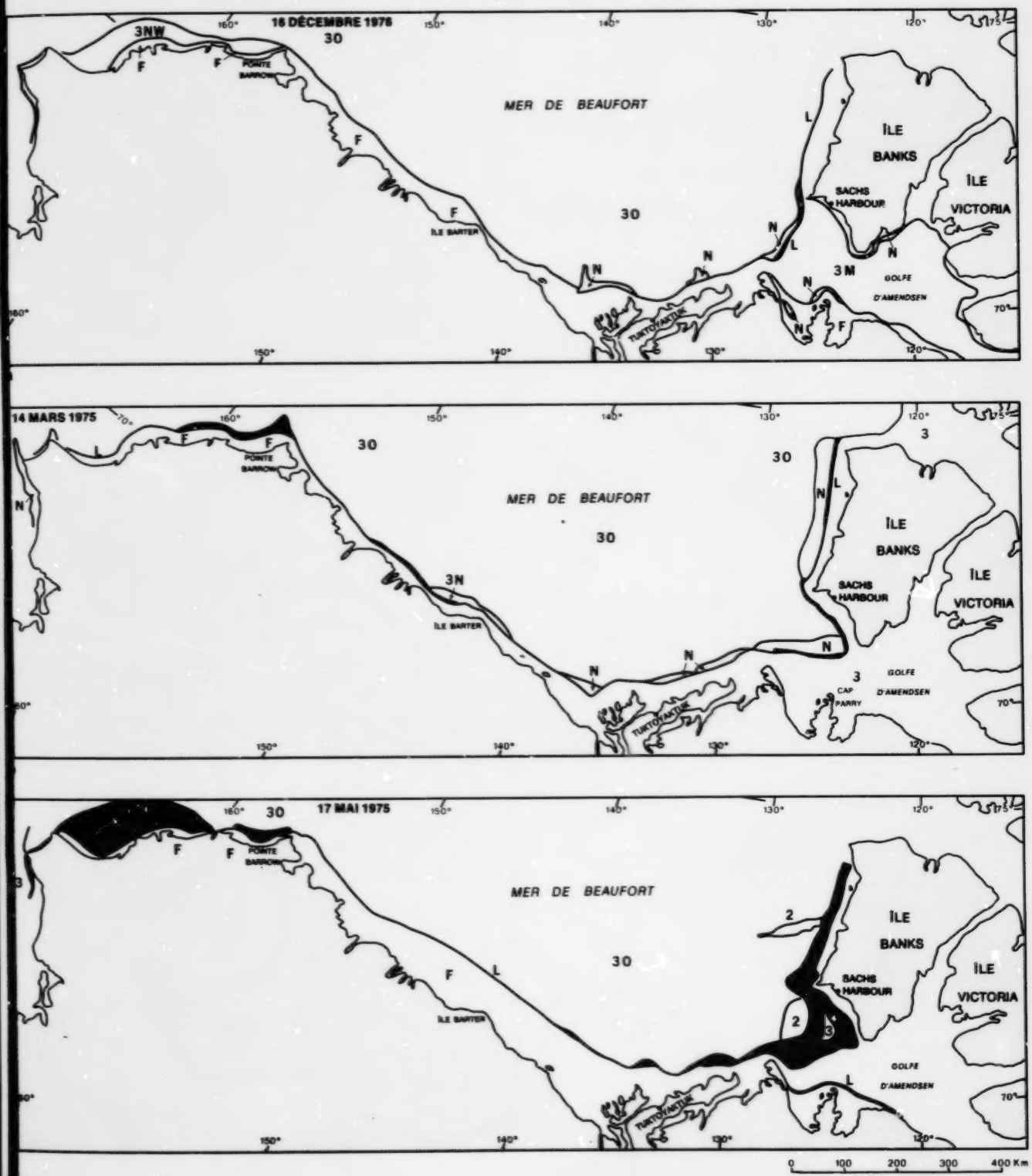


Figure 15a-c
Englacement du réseau de chenaux à l'ouest du cap Bathurst pour certains mois et certaines années



La débâcle, qui est caractérisée par un élargissement progressif du réseau de chenaux, commence généralement à la mi-juin (à la mi-mai en 1979). À mesure que progresse la débâcle, un étroit chenal continu apparaît le long de toute la côte du cap Bathurst à la pointe Barrow, le secteur entre la baie de Mackenzie et la pointe Barrow étant le dernier à se dégager. Le chenal devient continu entre la mi-juillet et la mi-août, ce qui ne fut toutefois pas le cas en 1975 alors que la côte resta bloquée par la glace. À la fin de septembre ou au début d'octobre, le chenal devient très vaste; au large de la pointe Barrow, la largeur maximale de l'étendue d'eau libre a varié entre 60 km (en 1978) et 450 km (en 1979).

Le lecteur trouvera dans une étude récente de Carleton (1980) une description de la polynie du cap Thimpson, au large de la côte nord-ouest de l'Alaska.

5.12. Chenal Lambert

Il existe une petite polynie au sud du détroit du Dolphin et Union entre l'île Victoria et le continent. Une étendue d'eau libre est apparue en février 1978, à la mi-mars 1977, à la mi-avril 1979 et seulement en juin en 1976. En 1975, il a été difficile de déterminer la date de son apparition en raison de la présence d'une épaisse couche de nuages. Elle existait toutefois au début de juillet alors que la couverture de glace était encore de 10/10 dans les régions avoisinantes. À la mi-mai 1975, il semblait y avoir de l'eau libre dans l'archipel du Duc d'York au centre du golfe du Couronnement.

L'englacement commence entre la mi-octobre et le début de novembre dans le golfe du Couronnement et le long de la côte du continent. Le chenal Lambert gèle avant le côté est du détroit du Dolphin et Union et est généralement couvert de glace à la fin d'octobre ou au début de novembre.

Le chenal Lambert est très peu profond par endroits et il est parsemé de nombreux hauts-fonds. Les cartes marines indiquent l'existence d'un fort courant avec de gros remous de marée. L'eau libre apparaît généralement d'abord du côté sud-ouest des îles Lambert et Camping dans le chenal Lambert (fig. 16*a* à *c*). La polynie persiste de manière caractéristique jusqu'au début de la débâcle pendant la première partie de juillet et rejoint le golfe d'Amundsen vers le milieu ou la fin de juillet (1976, 1977) ou le début d'août (1975, 1978, 1979).

5.13. Détroit de Franklin

Il existe une petite polynie récurrente du côté est du détroit de Franklin parmi un petit groupe d'îles appelées îles Tasmanie (Stirling, fig. 1). Cette polynie n'est pas visible sur l'imagerie NOAA, mais elle a été répérée sur l'imagerie Landsat. Elle a une forme irrégulière et un diamètre approximatif de 1,5 à 2 km. De la glace jeune instable prédomine dans cette région, apparemment en raison des forts courants présents dans le détroit. Certaines années, il y a de petites étendues d'eau libre en avril, mais ce n'est pas le cas tous les ans (R.E. Schweinsburg, comm. pers.).

Figure 16a-c
Englacement de la polynie du chenal Lambert pour certains mois et certaines années

6. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Pauline Smith pour l'aide inestimable qu'elle a fournie au niveau des recherches et de la préparation de la présente étude. Nous tenons également à remercier D. Mudry, F. Geddes et P. Coté, de la Division de la climatologie glaciaire et réalisation du Service de l'environnement atmosphérique, pour nous avoir permis d'avoir accès à l'imagerie satellite et pour nous avoir aidés dans une certaine mesure à l'interpréter. Nous sommes reconnaissants à Moira Dunbar pour les débats utiles et nous remercions le département de géographie de l'université Carleton pour son aide technique.

7. Bibliographie

Aber, P.; Vowinckel, E.1972. Evaluation of North Water spring ice cover from satellite photographs. Arctic 25:263–271.

Service hydrographique du Canada, 1970. Pilot of Arctic Canada. Vol. 1. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 247 p.

Carleton, A., 1980. Polynia development in the Cape Thompson – Point Hope region, Alaska. Arct. and Alp. Res. 12:205–214.

Dey, B.; Moore, H.; Gregory, A. 1979. Monitoring and mapping sea ice breakup and freezeup of Arctic Canada from satellite imagery. Arct. and Alp. Res. 11:229–242.

Dunbar, M. 1958. Curious open water feature in the ice at the head of Cambridge Fiord. Extrait des comptes rendus et rapports, Assemblée générale de Toronto 1957 (Gentbrugge 1958) Tome 4:514–519.

Dunbar, M. 1969. The geographical position of the North Water. Arctic 22:438–441.

Markham, W.E. 1962. Summer break-up pattern in the Canadian Arctic. Transports Canada, Circ. de la Direction des services météorologiques TEC-421, CIR-3586, 7 p.

Marko, J. 1975. Satellite observations of the Beaufort sea ice cover. Rapport inédit pour le projet de la mer de Beaufort, min. de l'Environ., Victoria (C.-B.). Rapp. Tech. nº 34, 137 p.

Muench, R. 1975. Some observations of variations in North Water surface area and in certain atmospheric parameters. Pages 391-397 *dans* Climate of the Arctic. Inst. géophys., univ. de l'Alaska, Fairbanks (Alaska).

Müller, F. Inédit. Glaciological and climatological investigation of the North Water polynya in northern Baffin Bay. Rep. on North Water Act. 1er oct. 1974 au 30 sept. 1975. Inst. féd. suisse de tech., Zürich. Univ. McGill, Montréal, 149 p.

Müller, F. Inédit. Glaciological and climatological investigations of the North Water polynya in northern Baffin Bay. Rep. on North Water Act. 1er oct. 1975 au 30 sept. 1976. Inst. féd. suisse de techn. Zürich. Univ. McGill, Montréal, 128 p.

Nutt, D.C. 1969. The North Water of Baffin Bay. Polar Notes (Darmouth Coll.) 9:1–25.

Sadler, E. 1974. On a polynya in Makinson Inlet. Arctic 27:157–159.

Schledermann, P. 1980. Polynyas and prehistoric settlement patterns. Arctic 33:292-302.

Smiley, B.D.; Milne, A.R. 1979. LNG transport in Parry Channel: possible environmental hazards. Rapport inédit préparé pour l'Institut des sciences océaniques du min. des Pêches et de l'Environn. Patricia Bay (C.-B.), 47 p.

Stirling, I. 1980. The biological importance of polynyas in the Canadian Arctic. Arctic 33:303–315.

Stirling, I.; Jonkel, C.; Smith, P.; Robertson, R.; Cross, D. 1977. The ecology of the polar bear (Ursus maritimus) along the western coast of Hudson Bay. Publ. hors-série 33 du Serv. can. de la faune, 62 p.

Tooma, S. 1978. Summer circulation patterns, northern Smith Sound. Arctic 31:85–96.

Weeks, W.F. 1978. Sea ice conditions in the Arctic, Pages 1–20 *dans* Arctic Sea Ice, Part 1, Rep. GD-2, World Data Cent. A for Glaciol. Boulder, Colorado.

Petite polynie récurrente à l'île Misty sur la côte sud-est de la terre de Baffin
(photo: I. Stirling)

Causes physiques et importance biologique des polynies et autres étendues d'eau libre dans la glace de mer

par Max J. Dunbar
Institut d'océanographie, Université McGill, Montréal (Qué.) H3A 2B2

1. Résumé

On connaît mal la biologie et l'océanographie physique des polynies. Jusqu'à très récemment, ces étendues relativement petites ont été en grande partie laissées pour compte par les spécialistes de l'océanographie physique sous le prétexte que ceux-ci aiment à étudier des océans entiers ou à tout le moins des mers intérieures, des golfes ou des zones côtières dans leur ensemble. Les biologistes savent que les polynies et autres étendues d'eau libre dans la glace de mer sont importantes pour les oiseaux de mer et les mammifères et ont accumulé beaucoup de renseignements sur les espèces qui les fréquentent. Par ailleurs, on connaît très mal les échelons inférieurs de la chaîne trophique dont dépendent les oiseaux et les mammifères ou les différences entre les étendues d'eau libre et les secteurs recouverts de glace quant à la production biologique de base.

On a examiné et résumé la documentation pertinente pour en venir aux conclusions suivantes:

1. Le facteur le plus important quant à la formation et au maintien des polynies est le vent.

2. La formation constante de nouvelle glace dans les polynies doit entraîner une augmentation de la salinité de l'eau de surface qui provoque un brassage vertical et la remontée de chaleur des couches profondes. L'existence de ce processus n'a pas encore été démontrée sur place.

3. Un grand nombre de polynies, en particulier les plus petites, sont maintenues par de forts courants de marée ou de direction définie.

4. La remontée d'eau profonde aux fronts de glaciers et de plates-formes de glace est un phénomène bien connu mais peu étudié. Ce processus peut entretenir un approvisionnement constant en organismes planctoniques à la surface des étendues d'eau libre.

5. Les populations de diatomées formées à l'intérieur des plates-formes de glace mêmes ont fait l'objet d'études intensives depuis 1960, mais leur production est encore mal quantifiée quoique probablement considérable. Les diatomées assurent la subsistance d'une faune associée à la glace et regroupant des crustacés et d'autres invertébrés, la morue (*Boreogadus* et *Arctogadus*, plus souvent la première espèce) ainsi que quelques espèces d'oiseaux et de mammifères.

6. L'écosystème de la lisière des glaces est de toute évidence des plus importants et extrêmement intéressant sur le plan de l'écologie. Même si ses caractéristiques détaillées sont encore mal comprises, il existe un échange d'énergie le long de la lisière de glace entre le système sous la glace, l'eau libre et, dans les régions côtières du moins, le benthos. L'importance des polynies en biologie semble reposer en grande partie sur la lisière des glaces plutôt que sur l'étendue d'eau libre.

7. Il est suggéré de reprendre les recherches sur un sujet abordé au cours des années 30 et abandonné depuis: les effets biologiques de "l'hydropolymère" au niveau de la formation de la glace.

2. Abstract

Little is known about the biological and physical oceanography of polynyas. Until very recentiy, these relatively small areas have been largely ignored by physical oceanographers, presumably because physical oceanographers like to study whole oceans or at least inland seas, gulfs, or coastal zones as a whole. Biologists are aware that polynyas and other areas of open water in sea ice are important to seabirds and mammals, and much information has accumulated concerning the species that use them. In contrast, very little is known about the lower levels in the food web upon which the birds and mammals depend, or about the difference between areas of open water during the winter and ice-covered areas in terms of basic biological production.

The literature relevant to the topic has been searched and summarized, with the following results:

1. The most important factor in the formation and maintenance of polynyas and flaw leads is the wind.

2. The constant formation of new ice in polynyas must give rise to an increase in salinity in the surface water, causing vertical exchange of water and the bringing of heat up from deeper layers. This effect has not yet been demonstrated in the field.

3. Many polynyas, especially the smaller ones, are maintained by strong set or tidal currents.

4. Upwelling at glacier faces and shelf ice faces is well known but as yet little studied. This process can maintain open water with a constant supply of planktonic organisms to the surface.

5. Diatom populations developed within the ice itself have been investigated intensively since 1960, but the significance of this production quantitatively is still largely unknown, though probably considerable. The diatoms support an ice-associated fauna consisting of crustacea and other invertebrates. cod (both *Boreogadus* and *Arctogadus*, more commonly the former), and a few species of birds and mammals.

6. The ice-edge ecosystem is clearly most important and ecologically extremely interesting. Although it is not yet understood in detail, there is an exchange of energy along the ice edge between the sub-ice system, the open water,

and, at least in coastal regions, the benthos. It is the ice edge rather than the open water of polynyas that appears to be the key to much of the biological significance of these areas.

7. It is suggested that attention should be turned once more to a matter touched upon by research in the 1930s and since abandoned, namely the possible biological effects of water polymers involved in the formation of ice.

3. Introduction

La dimension des polynies peut varier du petit trou circulaire de 60 à 90 m de diamètre que l'on trouve dans le fjord de Cambridge, sur la terre de Baffin (I.M. Dunbar, 1958), aux vastes régions d'eaux libres comme la North Water (Smith et Rigby, fig. 3 de la présente publication), dans le détroit de Smith et le nord de la mer de Baffin, atteignant parfois une superficie de 10^5 km² (Müller et coll., 1980). La North Water, décrite plus en détail ci-après, est la plus grande polynie au Canada et peut-être au monde.

La répartition des polynies et des chenaux côtiers les plus importants de l'Arctique canadien a déjà été établie par Stirling (fig. 1 de la présente publication) et de façon plus détaillée par Smith et Rigby (fig. 1 de la présente publication). Ces cartes sont sans doute incomplètes, de nouvelles polynies étant découvertes de temps à autre et plusieurs demeurant probablement encore inconnues. Les plus importantes se trouvent dans les trois bras qui relient l'océan Arctique au nord de la mer de Baffin: les détroits de Smith, de Jones et de Lancaster. On en trouve aussi dans l'est de la mer de Beaufort, sans parler des chenaux côtiers de la baie d'Hudson. On en trouve aussi dans la région de la Porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan, dans le détroit Penny et le détroit de la Reine, dans le golfe d'Amundsen, le détroit de Fury et Hecla et le nord du bassin de Foxe, dans le détroit de Bellot, près du cap Bathurst, dans le détroit de Cumberland et la baie de Frobisher, et dans la baie de Cambridge et l'anse de Makinson le long de la côte de la terre d'Ellesmere. La polynie de l'anse de Makinson n'a été décrite que récemment (Sadler, 1974). Les vents du large ménagent un réseau de chenaux le long de la côte est de la terre de Baffin et des limites nord-ouest de l'archipel arctique. La répartition des polynies au nord du passage de Parry a été établie par Schledermann (1980).

4. Causes physiques de la formation des polynies et des chenaux de séparation

Kupetskii (1962) et Dunbar et Dunbar (1972) ont fait un tour d'horizon des hypothèses et des recherches portant sur les causes de la formation d'étendues d'eau libre en hiver et Kupetskii (1959) a publié une intéressante analyse des causes et des effets des polynies. La meilleure façon d'aborder cette question est peut-être de décrire les mécanismes de formation de la North Water.

L'existence de la North Water a été mentionnée pour la première fois en 1616 par William Baffin. Elle doit son nom aux baleiniers qui, au 18e ou au début du 19e siècle, empruntaient ces eaux relativement libres le long de la côte ouest du Groenland pour rejoindre l'eau libre du détroit de Smith, réputée pour ses populations de baleines boréales. Chaque année, à l'époque de la débâcle, les baleiniers remontaient le long de la côte ouest du Groenland, là où les glaces disparaissent en premier à cause de l'influence du courant relativement chaud de l'ouest du Groenland. La date la plus hâtive de navigation dans les eaux de la North Water est le 25 juin 1834 pour un bateau à voile et le 3 juin 1871 pour un bateau à vapeur, la date moyenne estimative d'arrivée, pour les voiliers, étant la dernière semaine de juillet (I.M. Dunbar, 1972*a*). Smith et Rigby (fig. 3 dans la présente publication) montrent l'étendue moyenne mensuelle de la polynie.

Elisha Kent Kane (1853) a été tellement impressionné par l'étendue de cette surface d'eau libre qu'il s'est empressé de conclure qu'il s'agissait d'une mer polaire non gelée. Matthew Fontaine Maury (1870) appuya cette interprétation et, ce faisant, il élabora une des nombreuses hypothèses qui ont été avancées depuis pour expliquer la formation et la persistance de la North Water.

> Un courant sous-marin en provenance de l'océan Atlantique traverse le détroit de Davis pour arriver dans l'océan Arctique, tandis qu'un courant de surface suit le chemin inverse. L'existence de ce courant sous-marin a été corroborée par les navigateurs, qui ont observé d'immenses icebergs dérivant rapidement vers le nord, contre un puissant courant de surface. Ces icebergs surplombaient de très haut la surface de l'eau et leur volume immergé, en supposant qu'on ait affaire à des parallélépipèdes, devait être sept fois plus considérable. Ils étaient donc sans aucun doute poussés par un puissant courant sous-marin.
>
> Ce courant sous-marin vient du sud et sa température n'est peut-être pas inférieure à 32°; de toute façon, il est comparativement plus chaud que les eaux environnantes. Il doit exister un endroit, dans l'Arctique, où ce courant change de direction pour revenir vers le sud, à la surface cette fois; en effet, le courant de surface, même s'il charrie les eaux douces provenant des cours d'eau et des précipitations du bassin polaire, transporte de grandes quantités de sel qui ne proviennent évidemment ni des rivières ni de la pluie.

L'idée de Maury avait du sens. Certes, la couche supérieure de l'océan Arctique provient finalement en grande partie de l'eau de l'Atlantique qui lui est sous-jacente. Toutefois, ce phénomène n'influe d'aucune façon sur la formation de la North Water, qui est un phénomène beaucoup plus localisé. Néanmoins, l'hypothèse d'une remontée d'eau profonde plus chaude fut retenue en impliquant cette fois l'eau chaude du courant de l'ouest du Groenland. M.J. Dunbar (1951*a*), Kupetskii (1962) et Nutt (1969) ont raconté l'histoire de cette interprétation. Hamberg (1884) et Mecking (1906) pensaient que cette eau plus chaude arrivait à la surface dans la zone de la North Water. Toutefois, les travaux de deux expéditions en 1928 allaient démontrer que quelque soit la véracité d'une pénétration en profondeur dans le détroit de Smith de l'eau provenant de l'ouest du Groenland (et il existe des indices de cette pénétration), rien ne permet de confirmer la présence d'une remontée d'eau profonde dans la zone de la North Water. Même si ce phénomène semble exister en été, on pense avec certaines preuves à l'appui qu'il ne persiste peut-être pas en hiver. En 1928, il y eut deux expéditions dans la North Water: la première danoise, avec le *Godthaab*, et la deuxième américaine, avec la vedette de la garde côtière *Marion* (Riis-Carstensen, 1931, 1936; Kiilerich, 1933, 1939; Smith, 1931). Selon Smith, la North Water était causée simplement par la persistance d'un fort courant en direction sud:

> Il semble que la persistance de cette polynie dans la mer de Baffin s'explique non pas par l'existence d'un

courant chaud en direction nord mais plutôt par celle d'un courant en direction opposée. La glace fixée dans le détroit de Smith résiste à ce courant mais celle qui se forme immédiatement au sud est emportée, laissant derrière elle une étendue d'eau libre. Cette explication est de plus corroborée par la dérive de plusieurs bateaux et floes à cet endroit (Smith, 1931).

Kiilerich (1933) reprend lui aussi l'hypothèse d'un fort courant en direction sud mais sa théorie est plus complexe. Il suppose que, pendant l'hiver, la densité de la masse d'eau du détroit de Smith est passablement uniforme sur le plan vertical et qu'il y a un brassage vertical continu d'eau pendant tout l'hiver. Il croit que l'eau de surface assez dense provenant du Nord est plus dense que l'eau de la mer de Baffin et que le reste des eaux provenant de l'ouest du Groenland et pénétrant jusqu'au détroit de Smith. Des travaux de recherche effectués depuis dans l'océan Arctique, en hiver, ne corroborent cependant pas cette interprétation ingénieuse. Néanmoins, Kupetskii (1959, 1962) a récemment relancé l'hypothèse d'une instabilité de la colonne d'eau en hiver.

> Suivant un peu la ligne de pensée de Smith (1931), Kupetskii (1962) pense également que la North Water est une polynie ordinaire comme celles que l'on trouve dans toutes les grandes étendues d'eau recouvertes de glace et qu'elle est principalement due au transport, par les vents dominants, du nord et du nord-est pour le cas qui nous intéresse, de la glace formée le long des côtes (artificielles – MJD). Ce transport de la glace influe sur les conditions hydrologiques. En effet, à cause de l'étendue d'eau libre, la formation de glace nouvelle est 4,5 fois plus considérable que si la première couche de glace était demeurée à sa place. Ce phénomène est à l'origine d'un courant de convection vertical beaucoup plus profond et des calculs théoriques montrent que cette convection peut atteindre le fond à certains endroits (extrait de Nutt, 1969).

Il a été démontré que la North Water, comme d'autres polynies du même type, est une véritable fabrique de glace nouvelle (I.M. Dunbar, 1972*b*). Dans le cas de la North Water, c'est l'arche ou l'ogive de glace bloquée dans le goulot situé entre la côte du Groenland et celle de la terre d'Ellesmere (entre l'île de Pim et la pointe Cairn), qui tient lieu de côte sous le vent. Le goulot provoque en plus une accélération du vent à cet endroit. L'hypothèse de Smith (1931) est donc ainsi entièrement confirmée.

L'hypothèse de l'effet du vent a reçu une confirmation supplémentaire lorsque, en février 1963, l'île de glace WH-5 est venue bloquer le passage Kennedy et qu'une "deuxième North Water", pour reprendre l'expression de I.M. Dunbar (1963), s'est formée au sud de ce barrage. I.M. Dunbar (1963) et Nutt (1969) ont tous deux commenté la similitude existant entre la formation inusitée d'une nouvelle étendue d'eau libre, en 1963, et la formation normale de la North Water.

À partir de cette étude, Kupetskii formule l'hypothèse suivante concernant la formation des polynies: 1) les polynies sont causées par les vents, sur le modèle de la North Water; 2) la formation constante de glace, suivie du dessalement de cette glace, entraîne une forte salinité des eaux en surface; 3) cette eau salée plus dense est entraînée vers le fond, provoquant une remontée d'un volume d'eau équivalent; 4) dans les régions où l'eau profonde provient de l'Atlantique, la remontée d'eau chaude s'accompagne d'un réchauffement à la surface. Foster (1972) et Gordon (1978*a*) ont suggéré l'existence d'une convection saline semblable dans l'Antarctique. La chaleur de l'eau qui remonte à la surface accroît la polynie en plus d'être perdue dans l'atmosphère. Nous ne nous arrêterons aux effets atmosphériques du phénomène que pour mentionner l'analyse extrêmement intéressante qu'en fait Kupetskii (1959). Il classe les conditions météorologiques hivernales en trois catégories, selon la présence ou l'absence de polynies et la présence ou l'absence d'une couche d'eau chaude sous-jacente.

À la lumière de cette analyse, les plus grandes polynies ne se forment peut-être que dans les eaux sus-jacentes à une couche d'eau chaude. C'est le cas pour la North Water, la polynie du cap Bathurst au sud-ouest de l'île Banks, le chenal de séparation côtier de la terre de Baffin, les polynies de l'Antarctique et au moins quelques-unes des polynies du nord de l'U.R.S.S. Les chenaux de séparation côtiers de la baie d'Hudson semblent cependant faire exception.

Dans son étude de 1962 sur la North Water, Kupetskii cite M.V. Lomonosov qui, dès 1764, écrivait que, "selon les autochtones vivant sur la côte nord-est de la terre de Baffin à hauteur de 80° de latitude, la mer n'était pas recouverte de glace et qu'elle était parfaitement navigable à cet endroit". Lomonosov, comme Kane un siècle plus tard, pensait que la North Water faisait partie d'une mer nordique libre de glace. Kupetskii cite aussi Petermann (1867) qui concluait que cette étendue d'eau libre est due à l'arrivée des eaux chaudes du courant de l'ouest du Groenland dans la région (voir Smith et Rigby, fig. 2 de la présente publication) et il fait crédit à Brown (1927) de l'hypothèse voulant que la North Water "ait été formée à l'origine par l'action des vents soufflant de la calotte glaciaire du Groenland et repoussant la glace formée près des côtes, et ensuite par une remontée des eaux plus chaudes des profondeurs" (Kupetskii, 1962). De plus, Kupetskii souligne aussi que Koch (1928) était convaincu que l'absence de glace était due exclusivement à l'effet conjugué des vents du nord et du nord-est, et que Herdmann (1948), décrivant une polynie semblable de l'Antarctique, dans la baie de la Baleine (mer de Ross), était arrivé indépendamment à la conclusion que les causes physiques du phénomène étaient les mêmes que celles de la North Water.

Il vaut la peine de citer *in extenso* (avec quelques changements mineurs) le passage où Kupetskii (1962) analyse la formation de la glace et le courant descendant qui en découle:

> En guise de température moyenne hivernale de l'air pour la région de la North Water, nous utiliserons la température moyenne dans le goulet de Pond car cet endroit... ne subit pas l'effet isolant d'une étendue d'eau libre. Lorsque la température moyenne de l'air est de –23° pendant 24 heures, dans une région d'eau libre, il se forme 3,5 cm de glace, selon la formule acceptée de N.N. Zubov. D'octobre à mai, pour un total de 5520 degrés-jours de gel, on obtient donc 190 cm de glace. Toutefois, pour une période de temps équivalente, on assiste dans la polynie à la formation et à l'élimination continuelles de 840 cm de glace au total. Ainsi, l'épaisseur totale de la glace formée pendant l'hiver dans la North Water est de 840 cm, soit 4,5 fois plus que dans des conditions normales.

Plus loin:

> La grande quantité de glace formée dans la polynie entraîne un déplacement vertical prononcé de l'eau pendant l'hiver. Le phénomène de convection qui en découle normalement est encore augmenté de façon significative par le refroidissement direct de l'eau et l'apport supplémentaire de sel provoqué par la formation continue de la glace. La glace est emportée par le vent mais le sel demeure. Ainsi, le courant de convection de la North Water atteint en hiver une profondeur anormalement grande. Selon la méthode de calcul de N.N. Zubov, on peut évaluer de 3 à 5 m la quantité de glace nécessaire pour que le courant de convection vertical atteigne 600 m de profondeur (c'est-à-dire la couche d'eau chaude). La pénétration du courant vertical hivernal à des profondeurs maximales de 2000 m ne peut donc s'expliquer que par l'effet de refroidissement, mais la chaleur de l'eau profonde remontée à la surface est suffisante pour fondre une couche de glace de 1,5 à 2 m. Ainsi, le calcul de la quantité de glace formée dans la polynie et l'analyse des éléments qui contribuent à la circulation verticale causée par le vent dans la mer de Baffin viennent confirmer l'hypothèse voulant que ce mouvement de convection parvienne au fond, favorisant par conséquent la remontée des eaux profondes plus chaudes jusqu'à la surface, la transformation de ces eaux abyssales et, finalement, l'apparition d'eaux benthiques plus froides dans la mer de Baffin.

Kupetskii suggère enfin ceci:

> La répartition de l'oxygène peut servir à prouver l'existence d'un fort mouvement vertical de l'eau dans la North Water. Il est remarquable que les mesures océanographiques révèlent un fort degré de saturation en oxygène dans le nord de la mer de Baffin, en été. Même au fond, la teneur en oxygène n'est jamais inférieure à 82% et atteint même parfois 96%, tandis que dans le sud de la mer cette teneur est beaucoup plus faible aux mêmes profondeurs, ne dépassant jamais 70%.

Toutes ces études théoriques incitent depuis longtemps les océanographes intéressés à l'Arctique à souligner l'urgence de travaux dans la North Water en hiver. Malheureusement, les travaux d'océanographie physique effectués dans cette région n'ont été entrepris jusqu'à maintenant qu'en été (références déjà citées plus Muench, 1971 et Bailey, 1957), alors que les conditions sont probablement totalement différentes, comme le laissent fortement croire les résultats des travaux susmentionnés. La North Water, après tout, n'existe pas en été. Le régime estival est probablement peu révélateur des mécanismes de formation de la North Water, même si l'inverse n'est probablement pas aussi vrai. En effet, la présence d'une polynie libre de glace tout l'hiver favorise un réchauffement solaire rapide au printemps, alors que les régions environnantes sont toujours recouvertes de glace. Ceci explique les températures élevées de l'eau de surface en été (plus de 5°C) dans ces régions (M.J. Dunbar, 1951*a*).

S'ils se réalisent, les projets actuels de transport du gaz naturel toute l'année par le passage du nord-ouest (le projet pilote de l'Arctique étant, à l'heure actuelle, le plus prometteur) auront une grande influence sur les problèmes logistiques posés pour travailler dans la North Water en hiver. Jusqu'à maintenant, les seuls travaux effectués en hiver dans la région ont été ceux du projet North Water du regretté Fritz Müller. Ces travaux glaciologiques et climatologiques ont déjà donné des résultats considérables et promettent encore beaucoup plus pour l'avenir (Müller et coll., 1980). Ils comportent des relevés par photographie aérienne et l'utilisation d'autres méthodes de télédétection (y compris la mesure des températures en surface le long de trajets aériens déterminés) qui montrent les proportions relatives d'étendues d'eau libre et de glace et, dans une certaine mesure, les différences entre les divers types de glace et de neige. Selon les auteurs de l'étude, la North Water n'a pas les caractéristiques d'une mer ouverte, comme son nom pourrait le laisser croire, mais elle constitue plutôt une partie d'océan recouverte d'une mince glace de banquise. Comme cette glace est constamment en mouvement, on distingue toujours une certaine étendue d'eau libre. Les figures 1 et 2 donnent des exemples des mouvements des glaces photographiés et mesurés lors du présent travail; elles donnent une excellente vue d'ensemble de la région (y compris les détroits de Jones et de Lancaster, où il y a normalement de l'eau libre), ainsi qu'un aperçu du comportement de la glace.

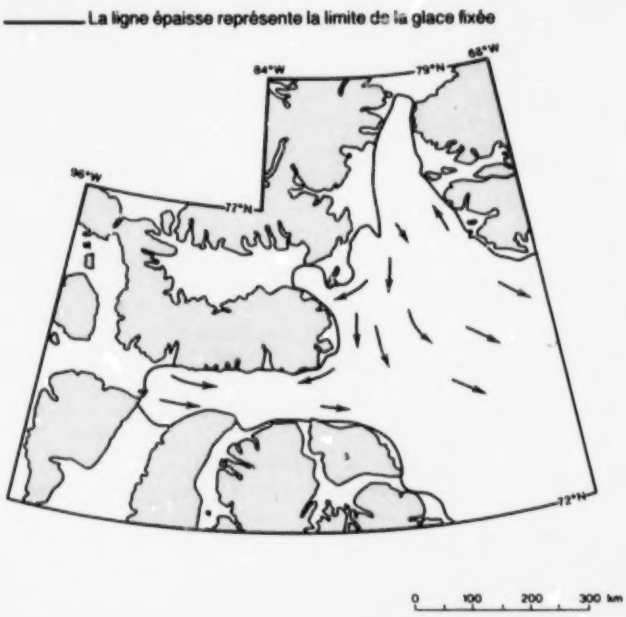
Tout au long de l'hiver, des changements dans la direction et la force des vents peuvent ouvrir ou refermer des polynies de séparation, notamment les petites polynies et les chenaux côtiers. Les grandes polynies de séparation comme la North Water, le détroit de Lancaster et le détroit de Jones se comportent de la même façon mais leur grande superficie rend leur fermeture totale moins vraisemblable. Dans la mer de Béring, Campbell et coll. (1974) ont étudié les mouvements des glaces en relation avec le régime des vents entre le 15 février et le 10 mars 1973 et ils ont pu observer que les vents anticycloniques poussent la glace vers le sud en un fort mouvement divergent, entraînant l'apparition d'une configuration régulière de chenaux et de polynies. Les vents cycloniques poussent au contraire la glace vers le nord en un mouvement convergent ou légèrement divergent donnant une répartition aléatoire des chenaux et des polynies.

La baie d'Hudson renferme habituellement les plus grands chenaux de séparation du Canada (Stirling, fig. 1 dans la présente publication). Le chenal de la baie d'Hudson, qui s'étend au-delà de la glace fixée, est large au point qu'on a cru que la baie entière demeurait libre de glace tout l'hiver, à l'exception de la bande de glace fixée le long de la rive. Cette croyance avait aussi cours pour d'autres régions de l'Arctique et de l'Antarctique comme le golfe de Botnie, la mer d'Aral et une grande partie de la mer de Ross (Lebedev, 1968). Parlant des chenaux de séparation qui existent le long de la côte arctique de l'U.R.S.S., Zakharov (1967) écrit: "Au printemps, ils sont si grands que les premiers chercheurs ont d'abord cru à une mer polaire non gelée". Lebedev (1968) a calculé la superficie maximale prévisible pour un chenal engendré par le vent dans la glace de mer, en fonction de la température de l'air et de la vitesse du vent.

Pour ce qui est de la baie d'Hudson, le mythe d'une baie entièrement libre de glace tout l'hiver a été réfuté par Hare et Montgomery (1949) qui ont montré que le régime des températures de l'air caractérisant l'ensemble de la région rendait cette hypothèse très peu probable. En survolant la région, ils ont démontré qu'en fait le centre de la baie est recouvert de glace en hiver, même si on peut normalement distinguer de larges chenaux de séparation au large de la glace fixée de part et d'autre de la baie et jusqu'au nord de la baie James. La largeur de ce chenal varie selon la direction du vent "d'environ un mille et demi à 30 à 40 milles marins" (Hare et Montgomery, 1949).

Figure 1
Mouvements des glaces dans le nord de la mer de Baffin du 20 mars au 1er avril 1973 (d'après Müller, 1980)

Figure 2
Mouvements des glaces dans le nord de la mer de Baffin du 7 au 20 avril 1973 (d'après Müller, 1980)



En général, le régime des vents constitue la cause physique la plus importante de la présence de polynies et d'étendues d'eau libre dans la zone de séparation. Les courants verticaux engendrés par l'augmentation de la teneur en sel des eaux de surface, elle-même engendrée par la formation de la glace, peuvent jouer un rôle secondaire (voir plus haut). Les remontées d'eau profonde, engendrées par le vent, l'effet d'entraînement (caractéristique des estuaires, par exemple) ou d'autres forces encore, jouent peut-être un certain rôle. Par remontée d'eau profonde, nous entendons le transport actif, par advection, des couches d'eau plus profondes, par opposition aux courants verticaux engendrés par la formation de masses d'eau plus denses en surface.

La remontée d'eau profonde n'a pas encore été démontrée dans la North Water en été, et le comportement hivernal de cette étendue d'eau n'a pas été étudié. La structure verticale des eaux du chenal de Nares et du détroit de Smith a fait pour la première fois l'objet d'une étude lors de l'expédition britannique de 1875–1876 dans l'Arctique. À partir des résultats obtenus, Moss (1878) a déterminé la présence de deux couches d'eau dans le détroit de Nares, près de la limite entre l'océan Arctique et la mer de Baffin. (Pour une analyse approfondie de toute cette question, voir Dunbar et coll., 1967). Sous la couche de surface dans l'océan Arctique, Moss a distingué la présence d'une autre couche qu'il a attribuée à un courant se dirigeant vers le nord depuis l'Atlantique (ouest du Groenland). La température passait de –1,5°C à 37 m à –0,6°C à 210 m, tandis que la salinité (calculée à partir de la densité) passait de 33,35 o/oo à 34,72 o/oo. Ces chiffres ont été confirmés lors de l'expédition de la vedette de la Garde côtière américaine *Evergreen* en 1963 (Franceschetti et coll., 1964), au cours de laquelle on découvrit une couche inférieure d'eau située un peu au nord de la limite entre le bassin de Kane et le détroit de Smith et se caractérisant par des températures variant de –0,07°C à +0,10°C et des salinités de 34,64 o/oo à 34,72 o/oo. Franceschetti et coll. (1964), Dunbar et coll. (1967), Muench (1971) et Greisman (1979*a*) s'accordent tous pour affirmer qu'une telle salinité n'est pas caractéristique des eaux du nord de la mer de Baffin, que cette eau pénètre dans le bassin de Kane à partir de la couche d'eau de l'Atlantique située sous l'océan Arctique et non pas de la mer de Baffin, et qu'il n'existe aucune preuve d'une remontée de cette eau ou de toute eau provenant de l'Atlantique dans la North Water en été. Toutefois, la couche d'eau de l'Atlantique située en profondeur dans l'océan Arctique et pénétrant dans le bassin de Kane et le détroit de Smith est suffisamment proche de la couche d'eau de l'Atlantique que l'on trouve en profondeur dans la mer de Baffin pour se mélanger à elle. Greisman (1979*a*) écrit:

> Le mélange de l'eau de l'Atlantique de la mer de Baffin et de l'eau provenant de l'océan Arctique (Atlantique) se fait principalement dans le sud du détroit de Smith. Des trois chenaux qui rejoignent le nord de la mer de Baffin, seul le détroit de Smith est suffisamment profond pour permettre l'écoulement vers le sud d'une eau de l'océan Arctique suffisamment dense pour se trouver à la même profondeur et se mélanger à l'eau atlantique de la mer de Baffin.

Le régime hivernal est probablement différent et n'a pas encore fait l'objet d'étude. Buckley et coll. (1979) ont démontré pour la première fois, à l'ouest de Svalbard, le phénomène de la remontée d'eau profonde engendrée par le vent le long d'une lisière de glace, lorsque le vent souffle parallèlement à cette lisière de l'ouest ou du nord-ouest. L'existence d'un tel phénomène était soupçonnée depuis quelque temps et il est probable qu'une telle remontée d'eau profonde existe dans la North Water en hiver le long de la lisière de glace du nord. Il est aussi possible qu'on ait affaire

à un effet d'entraînement estuarien, au sud du seuil du bassin de Kane et du détroit de Smith, phénomène qui pourrait aussi exister dans le détroit de Barrow, à l'extrémité ouest du détroit de Lancaster, et dans le détroit de Jones, où il pourrait aussi contribuer à la formation d'étendues d'eaux libres. L'existence d'une remontée d'eau profonde, quelle qu'en soit la cause, aurait aussi tendance à augmenter la productivité biologique.

En parlant des grandes polynies comme la North Water, celle du cap Bathurst et celle de l'est de la mer de Weddell, Weeks (1980) est catégorique: "de telles polynies sont sans aucun doute le résultat de remontées d'eau profonde".

La remontée d'eau profonde à la surface, quel qu'en soit le lieu ou la cause, présente une grande importance biologique. Sverdrup (comm. pers.) comparait le phénomène à un "labour profond". Les éléments nutritifs inorganiques (phosphates, nitrates, silicates) des végétaux proviennent de la décomposition bactérienne de la matière organique issue des organismes vivants. Les déchets organiques accumulés au fond des océans forment des sels nutritifs à des profondeurs bien supérieures, pour la plupart, à la limite de pénétration de la lumière. Pour être de nouveau accessibles aux végétaux dans la zone de lumière (euphotique), ces matières organiques doivent être ramenées à la surface. La géographie de la productivité des océans correspond exactement à celle des remontées d'eau profonde ou des autres zones d'instabilité verticale des océans.

On sait déjà que la glace en mer provoque des remontées d'eau profonde pour des raisons autres que le vent. Sandstrøm (1919), analysant les résultats de l'expédition canadienne sur les pêches de 1914–1915 dans le golfe du Saint-Laurent, a démontré expérimentalement que la glace fondante provoque une remontée de l'eau le long de sa paroi verticale ainsi qu'un courant de surface centrifuge, et le refroidissement et la descente de l'eau située immédiatement sous elle. Hartley et Dunbar (1938) ont démontré l'existence d'une remontée d'eau profonde à la lisière de glace d'un glacier en vêlage, sur la côte ouest du Groenland, et ont attribué cette remontée à l'entraînement de l'eau salée par un courant d'eau douce provenant du fond du glacier et créant une zone dégagée en avant de ce dernier. Ces étendues d'eau libre, aussi appelées "zones brunes" à cause de la vase charriée avec le courant d'eau, ont pu être observées en plusieurs occasions à Svalbard et au Groenland. Selon les autochtones, certaines de ces zones demeurent même libres tout l'hiver.

L'intérêt suscité par ces phénomènes a été ravivé dernièrement par plusieurs chercheurs. Neshyba (1977) a étudié les courants ascendants le long des parois verticales de gros icebergs de l'Antarctique, causés par la fonte de la glace et l'entraînement de l'eau salée. Foldvik et Kvinge (1977) ont traité de l'existence possible de courants ascendants le long d'une banquise flottante dans l'Antarctique, lesquels seraient causés par la surfusion de l'eau au contact du fond de la banquise et la formation subséquente de cristaux de glace. Un tel courant ascendant aurait une importance à la fois physique et biologique dans la formation des polynies. Matthews et Quinlan (1975) ont démontré l'effet marqué de la fonte de la glace sur l'existence des courants ascendants, lors d'une étude portant sur la zone intertidale des glaciers de la baie de Muir en Alaska. Doake (1976) a étudié pour sa part les caractéristiques thermodynamiques du système eau–glace–sel. Huppert et Turner (1978), commentant le rapport de Neshyba (1977), ont eux aussi traité des effets de la fonte des icebergs, et enfin Greisman (1979*b*) s'est intéressé à l'ensemble du problème théorique pour conclure que "le courant ascendant dû à la fonte de la glace dépend étroitement de l'élévation de la température de la glace au-dessus du point de congélation". À l'appui de cette conclusion, Greisman mentionne les travaux effectués sur un glacier du fjord d'Iberville sur la terre d'Ellesmere (Frozen Sea Research Group, 1977).

Les courants ascendants engendrés le long des lisières de glace constituent autant de sources possibles de polynies; dans le cas de la "zone brune" étudiée par Hartley et Dunbar (1938), il y avait effectivement une polynie à cet endroit en été et, selon des sources locales, également en hiver. Le glacier en question, Eqip Sermia, se trouve dans le détroit d'Ata, dans le nord-est de la baie de Disko. Le fjord de Godthaab, un peu plus au sud, présente lui aussi une zone d'eau libre le long de la lisière d'un glacier (de la calotte) et les Groenlandais m'ont affirmé que, dans le passé, on attribuait l'existence de ces zones à la présence d'un cours d'eau souterrain reliant le fond du fjord de Godthaab à Ameralik, immédiatement au sud. Ces zones de courants ascendants jouent un rôle important pour l'alimentation des oiseaux de mer pendant toute la période de la reproduction, puisqu'elles assurent un approvisionnement constant en zooplancton à la surface.

D'autres travaux portant sur les polynies font aussi mention de courants ascendants causés par d'autres facteurs. Gordon (1978*a*, *b*) décrit le cercle de rotation cyclonique de la mer de Weddell, à l'ouest du talus de la Reine-Maud, et soutient que ce cercle de rotation causé par le vent est à l'origine d'une divergence en surface et de courants ascendants. Ce phénomène, de concert avec la formation de glace en surface et l'instabilité statique décrite plus haut, est à l'origine de la formation fréquente d'une grande polynie au centre du cercle de rotation. Szekielda (1974) décrit des observations par satellite d'une polynie dans la mer de Ross et mentionne que "les mesures infrarouges et les images télévisées montrent que la polynie existe de juillet à septembre (hiver antarctique). La forte diffusion verticale de chaleur nécessaire au maintien de la polynie pourrait résulter d'un très fort courant de remontée d'eau profonde ou d'une activité volcanique". Cette mention d'une activité volcanique pour tenter d'expliquer la présence d'une polynie est la seule que j'ai rencontrée dans la documentation scientifique.

Nous avons déjà parlé du curieux petit trou existant dans la glace du fjord de Cambridge sur la terre de Baffin. Cette minuscule polynie ne semble pas demeurer ouverte tout l'hiver, du moins pas tous les ans, mais apparaît tard dans la saison en mars. I.M. Dunbar (1958) a parlé de la probabilité que cette polynie soit provoquée par un courant d'eau douce provenant de la terre ferme et s'écoulant en surface ou sous la glace ou, plus vraisemblablement, d'une source souterraine émergeant du fond de la mer. Cette conclusion a par la suite été confirmée: il semble que des eaux souterraines issues d'un lac situé à plus haute altitude émergent du fond du fjord (E.L. Lewis, comm. pers.).

Lewis (1979) divise les polynies en deux groupes selon leur cause: les "polynies de convection" et les "polynies de chaleur latente". Les premières sont causées par une remontée d'eau profonde et les dernières, déjà décrites par Kupetskii (1959, 1962) et dont nous avons déjà traité, appartiennent à la même catégorie que la North Water.

> L'advection ou la convection est nécessaire au bilan énergétique de surface pour qu'il y ait des polynies. Une des deux situations extrêmes existe lorsque les besoins thermiques de l'atmosphère sont entièrement satisfaits par la chaleur apportée par la remontée d'eau profonde plus chaude (polynie de convection).

À l'autre extrême, on peut envisager l'existence d'une zone de forts courants où l'eau se mélange sur toute la colonne, de la surface jusqu'au fond, au point de congélation. Le besoin d'énergie thermique est alors comblé par changement de phase et les glaces de fond (frazil) qui en découlent s'accumulent ailleurs, lorsque l'intensité des courants diminue (polynie de chaleur latente). Ce dernier phénomène est analogue à ce qui se produit dans un rapide, où la glace s'accumule dans les bassins situés en aval pour former des barrages (Lewis, 1979).

Le Frozen Sea Research Group de l'Institut des sciences océaniques de Sidney (C.-B.) étudie actuellement une polynie de chaleur latente dans la région du chenal de la Reine, au large du cap Collins (île Dundas) (Smith et Rigby, fig. 11 de la présente publication; voir aussi en frontispice). La vitesse maximale du courant de marées y dépasse deux noeuds et on remarque, au moment de l'étale, la formation de glace fondante (slush) dans la zone d'eau libre. La température de l'eau à cet endroit avoisine le point de congélation et il y a une nette accumulation de glaces de fond dans les environs (Lewis, 1979).

Les courants de marée jouent vraisemblablement un rôle important dans le maintien des polynies de la baie de Frobisher et du détroit de Cumberland (Stirling, fig. 1 dans la présente publication), même si aucune de ces polynies n'a encore fait l'objet d'études. Sadler (1974) soupçonne lui aussi les marées de jouer un rôle dans la formation des polynies qu'il a découvertes dans l'anse de Makinson (terre d'Ellesmere). Dans ce cas, comme probablement aussi dans le cas de la baie de Frobisher, la pente du fond du fjord joue aussi un rôle important en concentrant le courant. La polynie de l'anse de Makinson est illustrée aux figures 3 et 4. L'interprétation de Sadler, qui s'appuie sur des mesures des températures et des salinités à quatre stations, fait appel au refroidissement progressif de l'eau dans le bassin intérieur du fjord, en direction de la rive à partir de la polynie, par l'afflux d'eau provoqué par la marée montante et qui se refroidit à la surface de la polynie. À un certain moment, ce phénomène de refroidissement continu entraînerait une homothermie de la surface jusqu'au fond, avec des températures proches du point de congélation. À partir de ce moment, l'eau entraînée par le reflux de la marée et parvenant à la polynie gélerait en surface, refermant cette dernière. Selon les calculs de Sadler, ce gel surviendrait en décembre.

Jusqu'à cette époque, la polynie demeurerait ouverte à cause du flux et du reflux de masses d'eau au-dessus du point de congélation, provoqués par les marées. Une fois les conditions d'isothermie atteintes dans le bassin, avec des températures de –1,7°C ou moins, on pourrait s'attendre à ce que les eaux froides entraînées par le reflux commencent à geler dans la polynie. Chaque fois que la marée monte, les eaux légèrement plus chaudes provenant des couches supérieures de la baie principale traverseraient la polynie mais les basses températures de janvier et février et la grande perte calorifique nette due au rayonnement seraient probablement suffisantes pour maintenir la couche de glace. Avec le retour du soleil, en avril, la combinaison du rayonnement solaire et de la fonte provoquée sous la couche de glace par l'eau légèrement plus chaude apportée par la marée montante provoquerait la réouverture de la polynie un peu avant le reste de la surface de la baie. Lorsque

Figure 3
Bras nord-ouest de l'anse de Makinson, indiquant la polynie de Sadler (1974)

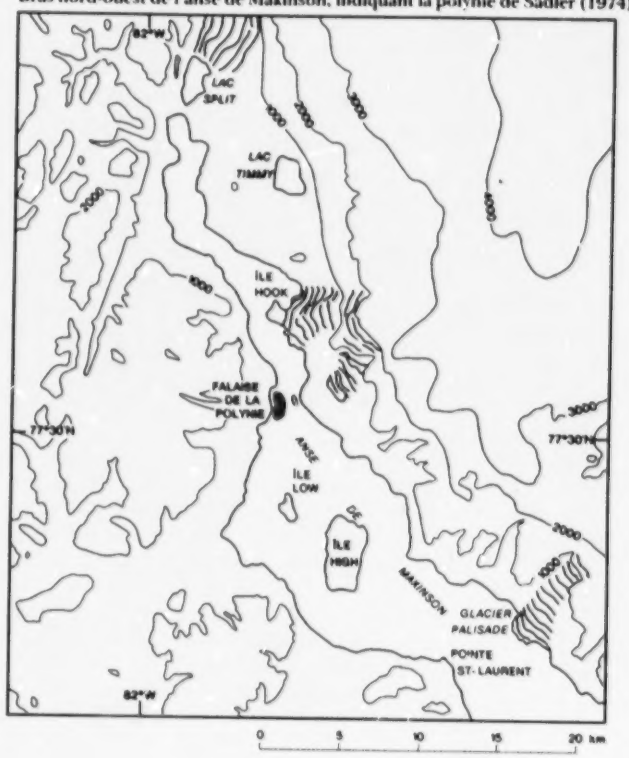
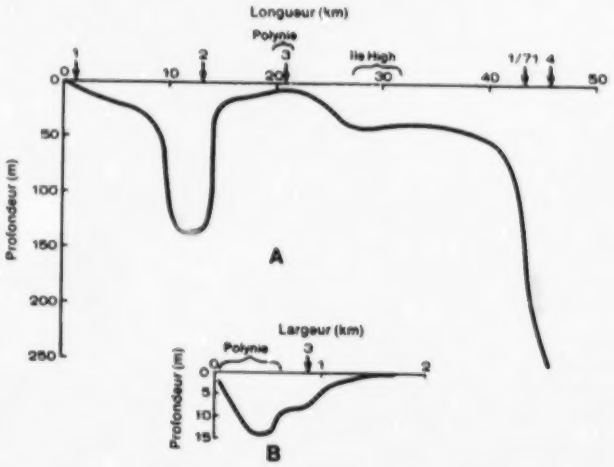


Figure 4
Profile du bras nord-ouest de l'anse de Markinson (d'après Sadler, 1974).
A: coupe longitudinale; B: coupe transversale à la station 3

1 2 3 4 Stations où des mesures ont été effectuées



nos observations ont été faites, au milieu de mai, la polynie était longue d'environ 2 km, dans la direction nord-sud, et large de 1 km (Sadler, 1974).

La Porte de l'Enfer et le détroit de Cardigan (Smith et Rigby, fig. 10 dans la présente publication) constituent les voies d'accès, par le nord, au détroit de Jones ainsi que l'entrée dans l'océan Arctique. Ils sont donc tous les deux soumis à la fois aux courants marins et aux courants des marées, comme l'est sans aucun doute le détroit de Bellot, entre la presqu'île de Boothia et l'île Somerset (Smith et Rigby, fig. 7 dans la présente publication). Les courants marins dans le détroit de Fury et Hecla n'ont pas encore été mesurés de façon exacte mais ils sont certainement suffisamment forts pour créer les polynies qu'on observe à cet endroit ainsi que dans le nord du bassin de Foxe.

Mis à part les chenaux de séparation provoqués par le vent le long des côtes de l'île Banks et dans tout l'est de la mer de Beaufort, nous savons encore peu de choses des facteurs à l'origine de la polynie du cap Bathurst (Smith et Rigby, fig. 12 et 13 dans la présente publication). L'étude de l'englacement de la mer de Beaufort effectuée par Marko (1975) de 1973 à 1975 ne s'étendait que de mars à octobre. Elle portait donc essentiellement sur les conditions existant au moment de la débâcle et en été. Cet auteur a démontré l'existence de grandes variations annuelles dans l'épaisseur et le comportement des glaces. Les années 1973 et 1975 constituent, selon lui, un exemple pratiquement extrême de conditions d'eau libre ou de glace mince, tandis que 1974 se rapproche plutôt de l'autre extrême. En ce qui concerne la débâcle printanière, Marko mentionne "une progression systématique vers l'est des chenaux nord-sud" et considère ce phénomène comme un signe précurseur du dégel. Il en conclut que "le lien étroit qui existe entre chacune des étapes de la progression dans le sens des vents de l'est donne à penser que les conditions atmosphériques actuelles et immédiatement précédentes jouent un rôle prédominant dans la configuration de la couche de glace". En d'autres mots, le vent constitue le facteur causal.

Marko (1975) et Marko et Thomson (1977) ont formulé une hypothèse intéressante pour expliquer la régularité spatiale des longs chenaux rectilignes de l'océan Arctique, observés en avion ou révélés par satellite et qui sont bien connus des glaciologues de l'Arctique. En 1966, Treshnikov (comm. pers.) racontait une conversation qu'il avait eue avec des collègues, dans un avion survolant l'océan Arctique, au sujet de ces longs chenaux rectilignes et au cours de laquelle un jeune technicien était intervenu pour s'étonner qu'un groupe de spécialistes chevronnés n'ait pas trouvé l'explication de ce phénomène. Invité à s'expliquer, il dit: "La terre est ronde, n'est-ce pas? Mais la glace est plate, alors il faut qu'elle craque". Marko (1975) a formulé une hypothèse moins imaginative mais non moins intéressante à ce sujet. Selon lui, les chenaux sont provoqués par l'effet de cisaillement des courants dans la couche d'eau supérieure, eux-mêmes provoqués par la propagation des ondes planétaires, la glace jouant le rôle d'une matière semi-friable. Cette hypothèse s'appuie sur une analogie avec la mécanique des roches; dans une publication plus récente (Marko et Thompson, 1977), l'importance possible des vagues de surface est diminuée face à la possibilité que les chenaux en question constituent des exemples de "décrochements horizontaux à grande échelle".

5. Incidences et importance biologiques des polynies, des chenaux et des lisières de glace

La présence ou l'absence de glace de mer revêt une importance biologique spéciale dans le Nord. La glace de mer est le siège d'une production primaire étonnamment intense, qui est surtout le fait de diatomées vivant dans la glace, et qui est à la base d'un écosystème important. Les lisières de glace sont importantes pour la vie biologique: la glace soutient physiquement certains mammifères; elle suscite les courants de remontée, avec tout ce que cela comporte en termes de production et de transport. À l'inverse (absence de glace en hiver), les zones d'eau libre comme les polynies servent de refuge à certains mammifères marins en hiver et aux oiseaux de mer migrateurs au printemps et à l'automne. La production planctonique y étant généralement plus précoce que dans les zones englacées, on peut s'attendre à y trouver des différences aux niveaux zooplanctonique, nectonique et benthonique par rapport aux régions qui, normalement, sont couvertes de glace en hiver et, à plus forte raison, en été. Les effets de la présence ou de l'absence de glace sont étroitement liés sur le plan écologique, au point qu'il vaut mieux envisager toute la "vie en zone glacielle" plutôt que de se limiter à l'eau libre en hiver.

5.1. Biote des glaces

On dispose maintenant d'une documentation importante sur le phénomène de la croissance d'une flore, composée surtout de diatomées, dans la glace de mer. On trouvera des résumés de cette documentation dans Horner (1976, 1977) et Grainger (1977, 1979); Alexander (1980) et Dunbar et Acreman (1980) indiquent des ajouts et donnent un compte rendu plus récent du sujet. La croissance des diatomées et d'autres micro-organismes dans la glace de mer a été observée depuis plus d'un siècle ici et là, mais ce n'est que depuis 1960 qu'on a étudié sérieusement ce phénomène. La croissance la plus rapide semble avoir lieu à la fin de l'hiver et au début du printemps, plusieurs semaines avant la prolifération normale du phytoplancton dans l'eau; cette croissance se concentre sur quelques centimètres d'épaisseur à la partie inférieure de la glace. On signale des différences d'ordre local, régional et temporel dans la composition et l'intensité de la croissance des diatomées, de même que dans la faune qui s'associe aux diatomées pour constituer l'écosystème glaciel. Il reste encore beaucoup à apprendre au sujet de cet écosystème, mais on pense que la production primaire totale dans la glace de l'océan Arctique pourrait représenter jusqu'au quart de la production primaire totale dans l'océan Arctique (diatomées glacielles plus plancton). Alexander (1974) estime la production primaire annuelle de la zone côtière de la mer de Beaufort à environ 10 g de carbone par mètre carré et considère que la production des algues glacielles compte pour environ 5 g, soit la moitié du total. Cette estimation ne comprend pas la production primaire benthonique, beaucoup plus importante que la production planctonique en eau peu profonde. Ces calculs ne s'appliquent qu'aux zones côtières; au large et dans les régions océaniques de l'océan Arctique, on ne peut à l'heure actuelle que supposer l'importance relative des algues glacielles. Nous disposons de certains renseignements (Dunbar et Acreman, 1980) sur la différence entre l'intensité de la croissance dans les glaces de l'océan Arctique et la croissance dans le golfe du Saint-Laurent: la croissance dans l'océan Arctique est entre un et deux ordres de grandeur plus importante que dans le golfe du Saint-Laurent. En somme, la croissance algéenne qui se produit dans les glaces de l'Arctique n'est en rien négligeable. Elle supporte une faune, dont l'élément le

plus important serait la morue arctique *(Boreogadus saida)*, qui joue un rôle essentiel dans toute l'écologie marine des hautes latitudes.

On ne sait pas encore très bien dans quelle mesure la croissance des algues glacielles influe sur la prolifération du phytoplancton au printemps dans l'eau, mais il se peut que cette influence soit un des principaux liens entre l'écosystème glaciel et l'écosystème d'eau libre, la zone de contact étant la lisière de glace. Le paragraphe suivant d'Alexander (1980) porte sur ce sujet:

> L'information relative à la contribution des organismes glaciels à l'ensemencement de la communauté phytoplanctonique est contradictoire; cette contradiction pourrait cependant être levée. Hasle (1969), ayant enregistré une concentration maximale de 2 à 3 × 10^6 cellules de diatomées par litre près de la banquise, affirme que bien que les diatomées glacielles contribuent pour une part substantielle au phytoplancton, certaines algues glacielles ne sont pas dominantes dans le phytoplancton. Lorsque nous avons travaillé en mer de Chukchi, nous n'avons pas trouvé d'algues glacielles dans le phytoplancton et nous avons conclu que leur temps de séjour dans l'eau est très court. Saito et Taniguchi (1978) croient que les cellules qui proviennent de la glace constituent une part importante du plancton dans les mers de Béring et de Chukchi. Hameedi (1978) en vient à la même conclusion pour la mer de Chukchi. Dans l'Arctique, la durée de la prolifération des algues de la glace est relativement courte (six semaines), tandis que dans l'Antarctique, les organismes continuent de vivre dans la glace flottante pendant tout l'été. Cela explique sans doute pourquoi des bandes d'algues se trouvent au centre des carottes de glace dans l'Antarctique: elles ont probablement été produites à l'automne au moment où la glace se reformait. Les observations de Hoshiai (1977) confirment ce phénomène.

Une faune est associée à la croissance des algues dans la glace de mer, et elle semble, par certains côtés, former un écosystème distinct mais elle entretient aussi des échanges d'énergie ouverts avec les communautés d'eau libre voisines, le système planctonique vivant sous la glace et, en eau peu profonde, avec le benthos. Dans ma description de cette faune, j'ai inclus ce que l'on connaît de la faune antarctique, à titre d'information pour montrer les ressemblances et les différences entre les deux régions polaires.

La *cryofaune* arctique est décrite par Barnard (1959), Mohr (1963, 1969), Mohr et Geiger (1968), Baker et Wong (1968), Andriashev (1967, 1968, 1970), Tencati et Geiger (1968), Horner (1972), Horner et Alexander (1972), Welch et Kalff (1975), Buchanan et coll. (1977), Green et Steele (1975), George (1977), Alexander (1980) et Dunbar et Acreman (1980). La faune des glaces compte plusieurs espèces d'amphipodes dont les plus abondantes sont *Gammarus wilkitzkii* et *Onisimus (Pseudalibrotus) nanseni.* On a trouvé des *Apherusa glacialis* en abondance dans l'estomac des morues arctiques immédiatement sous la glace et dans des trous de la glace. Des nématodes, qui n'ont pas été identifiés, ont été signalés comme très abondants par Alexander (1980). Dunbar et Acreman (1980) ont signalé des copépodes (harpactidés). Les deux morues polaires *(Boreogadus saida* et *Arctogadus glacialis:* il y a ici confusion au sujet des noms communs) sont communes, en particulier la première espèce. Andriashev (1970) a écrit le paragraphe suivant:

> Quiconque a navigué dans les mers arctiques, en particulier à bord des brise-glaces, se rappellera probablement cet étrange spectacle: à l'arrière du brise-glace, des douzaines de Mouettes tridactyles *(Rissa tridactyla)* se laissent choir de temps à autre pour ramasser de petits poissons couleur argent foncé à la surface de la glace. Ces poissons, ce sont des morues polaires *(Boreogadus saida)*, appelées "saika" en russe. Ces observations, pour naïves qu'elles soient, sont assez réalistes. La seule présence de la morue polaire sur la surface des blocs de glace renversés révèle qu'elle se trouvait sous la face intérieure de la glace avant le passage du navire.

Dans le cas de l'Antarctique, où la faune cryophile semble moins bien connue que celle de l'Arctique, on possède des données d'Andriashev (1967, 1968, 1970), de Knox (1970), de Rakusa-Suszcewski (1972) et de Whitaker (1977). Les amphipodes, qui dominent la faune comme ils le font dans le Nord, sont représentés par *Orchomenopsis (Orchemonella)* sp. *(chilensis?)* et par *Paramoera (Bovallia) walkeri*, la première espèce étant apparemment très abondante. Andriashev signale que les copépodes du genre *Calanus (C. propinquus* et *C. acutus)* sont rares dans cette faune, qui compte cependant un cyclopidé du genre *Oithona* et trois harpactidés, *Tisbe, Harpacticus* et *Dactylopodia*, qu'on n'a pas identifiés jusqu'à l'espèce. La faune antarctique comprend deux euphausiacés, *Euphausia superba* et *E. crystallorophias*, ainsi que deux polychètes des genres *Harmothoë* et *Pionosyllis.* Les poissons sont représentés par trois nototothénidés: *Trematomus borchgrevinki, T. nicolai* et *T. newnesi.* Andriashev (1970) définit ces poissons comme "cryopélagiques", c'est-à-dire qui nagent activement en eau moyenne (zones côtières ou haute mer), mais qui, pendant leur cycle, s'associent d'une manière ou d'une autre à la dérive de la glace fixée".

Les éléments constituant les deux faunes sont présentés en résumé au tableau 1. On constate un intéressant phénomène de convergence écologique et de spéciation allopatrique systématique; en outre, la présence des euphausiacés dans l'Antarctique est exceptionnelle et apparemment particulière à cette zone. Dans une certaine mesure, il s'agit essentiellement d'une faune de substrat, formée d'espèces appartenant à des familles ou des genres normalement benthoniques; le substrat que constitue le dessous de la glace peut donc être envisagé comme analogue au fond de la mer, un fond de mer renversé. Cette remarque s'applique à *Gammarus wilkitzkii* et peut-être aussi à *Pseudalibrotus nanseni.* La dernière espèce, cependant, comme *P. glacialis*, est commune également dans le plancton. La remarque s'applique également aux copépodes de la famille des harpactidés qu'on trouve dans les deux régions polaires, aux amphipodes *Gammaracanthus loricatus* et *Orchomenella*, ainsi qu'aux polychètes et aux nématodes; elle ne s'applique pas cependant à *Apherusa glacialis* au nord, ni aux euphausiacés au sud, dont les trois espèces sont planctoniques.

Les euphausiacés présentent un intérêt particulier. *Euphausia crystallorophias* est donné comme commun le long des floes et immédiatement sous la glace, bien qu'Andriashev (1968) indique qu'on ne connaît pas exactement les rapports qu'entretient *Euphausia crystallorophias* avec la communauté glacielle, ainsi qu'avec les abondants calanoïdés (*Calanus propinquus, C. acutus*, etc.). On ne sait pas très bien si ces espèces se nourrissent des diatomées glacielles ou de la flore planctonique. Quant à l'espèce de krill la plus abondante

Table 1
Faune associée aux diatomées glacielles

Arctique	Antarctique
Amphidodes:	Amphipodes:
Gammarus wilkitzkii	*Orchomenella (Orchomenopsis)* sp.
Gammarus setosus	*Paramoera (Bovallia) walkeri*
Onisimus nanseni	*Pontogeneia antarctica*
Onisimus litoralis	*Cheirimedon femoratus*
Apherusa glacialis	
Eusirus holmii	Copépodes:
Gammaracanthus loricatus	*Calanus propinquus, C. acutus* (rare)
	Oithona sp.
Copépodes:	*Tisbe* sp., *Harpacticus* sp.
Microsetella sp.	*Dactylopodia* sp.
Ostracodes:	Euphausiacés:
Paradoxostoma rostratum	*Euphausia crystallorophias*
(commensal de *Gammarus*	*Euphausia superba? ?*
et *Gammaracanthus*)	
	Polychètes:
Polychètes:	*Harmothoë* sp.
(larves)	*Pionosyllis* sp.
Nématodes:	Poissons:
Non identifiés	*Trematomus borchgrevinki*
	Trematomus nicolai
Poissons:	*Trematomus newnesi*
Borrogadus saida	
Arctogadus glacialis	
(aussi: ciliés, héliozoaires)	

de l'Antarctique, *Euphausia superba*, la question de son abondance dans la zone englacée par opposition à la zone pélagique a été étudiée à fond par Marr (1964); cependant, le biote glaciel de l'Antarctique commençait à peine à attirer l'attention à l'époque et l'auteur n'en fait pas mention du tout. Il conclut que *E. superba* vit à la fois en eau libre et dans la zone de banquise sans fournir de renseignements sur le fait qu'elle se nourrisse ou non des diatomées de la glace.

Quoi qu'il en soit, la présence des espèces d'euphausiacés dans la banquise antarctique est importante, étant donné l'absence presque complète d'espèces de la même famille ou d'un nombre comparable d'un quelconque grand crustacé pélagique équivalent, comme *Parathemisto* (M.J. Dunbar, 1964) dans l'océan Arctique. On voit apparaître ici les grandes différences qui existent entre la production biologique primaire des deux régions, l'Antarctique figurant parmi les zones marines les plus productives du globe, l'Arctique se rangeant parmi les plus pauvres. Cela signifie que la production glacielle, estimée entre 10 et 30% de la production primaire totale dans l'océan Arctique, y est beaucoup plus importante que dans l'Antarctique où la production planctonique est très élevée. Il n'y a pas une production planctonique suffisante dans l'océan Arctique (distinct des mers nordiques périphériques dans lesquelles les conditions sont assez différentes) pour soutenir de grandes populations planctoniques herbivores. Cependant, la production glacielle est concentrée suffisamment dans l'espace pour faire vivre un écosystème spécialisé.

La variation saisonnière de l'englacement est beaucoup plus grande dans l'Antarctique que dans l'Arctique, puisque la majeure partie de la banquise polaire arctique persiste tout l'été. La variation saisonnière est énorme dans l'Antarctique: elle rappelle les mers nordiques périphériques comme la mer de Baffin, la baie d'Hudson, la mer de Béring et la mer de Barents, qui sont libres de glace pendant une partie de l'été, plutôt que l'océan Arctique. Toutes ces mers périphériques nourrissent de grandes populations de crustacés pélagiques herbivores et carnivores, notamment des euphausiacés et des amphipodes de la famille des hypéridés, et une production primaire beaucoup plus considérable que l'océan Arctique.

Dans l'hémisphère Nord, il existe une différence intéressante chez les diatomées glacielles entre l'Arctique et la baie d'Hudson d'une part, et les étendues les plus méridionales de la glace de mer, c'est-à-dire le Golfe du Saint-Laurent d'autre part. Les diatomées des glaces du nord apparaissent composées presque entièrement (97%) d'espèces pennées, la plupart benthoniques, tandis que celles du golfe du Saint-Laurent appartiennent pour environ 43% à des formes centriques, de moeurs planctoniques (Dunbar et Acreman, 1980). Cette différence tient sans doute à la période annuelle d'englacement beaucoup plus courte dans le golfe. Quant à l'Antarctique, on ne dispose d'aucun renseignement concernant la composition de la flore glacielle de diatomées suivant les régions; les glaces périphériques ont une saison beaucoup plus courte que celles qui sont proches du continent antarctique.

Quant aux poissons, les notothénidés remplacent dans l'Antarctique les gadidés du nord. Dans l'Arctique, la morue polaire et la morue arctique se trouvent, selon nos données, dans la communauté vivant sous la glace à tous les stades de leur cycle vital. Dans l'Antarctique, cependant, les notothénidés n'envahissent cette biocénose qu'au stade d'alevins. Contrairement aux gadidés, les notothénidés n'ont pas de vessie natatoire. C'est sans doute à cause de cela que les poissons de la zone englacée de l'Antarctique se fixent à la glace au moyen de leurs larges nageoires ventrales (Andiashev, 1970), tandis que les gadidés du nord nagent librement dans la zone située sous la glace et entre les floes. Les deux familles appartiennent à des ordres différents, les gadiformes et les perciformes, mais elles sont venues à se ressembler extérieurement et par certaines caractéristiques comme la résistance au gel et les mécanismes sensoriels. Les deux groupes ont des moeurs essentiellement benthoniques, c'est-à-dire qu'ils habitent le substrat, comme les diatomées et les amphipodes. La bouche de la morue arctique est oblique, ouvrant vers l'avant et vers le haut, ce qui laisse croire à une adaptation à l'alimentation sous la glace. Les autres poissons, les phoques et les oiseaux, qui appartiennent aux écosystèmes plus vastes des deux régions polaires, se composent d'espèces différentes dans les deux zones à de très rares exceptions. Il n'est donc pas surprenant que la même loi s'applique aux niveaux inférieurs de l'écosystème et à la communauté très spécialisée qui est liée à la glace. Il vaut quand même la peine d'explorer les différences qui se cachent derrière la notion beaucoup trop imprécise de "bipolarité".

5.2. L'écosystème de la lisière de glace

À ma connaissance, il n'existe pas de mesures du taux de production primaire dans les polynies, et très peu dans les chenaux de séparation. Bursa (1963), qui travaillait à la Pointe Barrow, a écrit:

> Dans les chenaux, la vie commence à s'activer près de deux mois plus tôt que dans les secteurs englacés. L'exposition directe à la lumière du soleil et le contact avec l'air peuvent favoriser une migration par phototactisme des flagellés fuyant l'obscurité existant sous la glace. Leurs déplacements attirent le zooplancton et des animaux plus gros, comme les ptéropodes et les méduses, qui abondent dans les chenaux.

Bursa (1961) a révélé la libération soudaine de phytoplancton qui accompagne la fonte des glaces au mois de juin près d'Igloolik. Malheureusement, ce travail effectué au cours de l'expédition d'hivernage du "Calanus" en 1955–1956 (Grainger, 1959) ne s'est pas étendu jusqu'à la polynie

située à l'est d'Igloolik dans le nord du bassin de Foxe (Smith et Rigby, présente publication, fig. 9).

Cependant, il semblerait y avoir plus ici que la seule disparition de la glace et l'éclairage naturel de l'eau libre. L'observation, maintes fois répétée par nombre de biologistes et de navigateurs, à l'effet que c'est en bordure de la glace plutôt qu'au centre de la polynie que se déroule l'activité biologique la plus intense, donne du poids à cette hypothèse. Le précieux travail d'Alexander et Cooney (1979) est étayé de mesures. Alexander (1980) résume ainsi:

> Le front de glace de la mer de Béring est fréquenté par une grande abondance de producteurs secondaires et plus élevés (Irving et coll., 1970), ce qui indiquerait un système très actif. Une des premières mesures de la productivité primaire dans la zone de la lisière de glace donne 89,2 mg C/m² jour (89,2 mg/m² de carbone par jour) au front de glace, à une seule station d'échantillonnage cependant (McRoy et Goering, 1974). Nos travaux récents dans la mer de Béring révèlent que la production primaire la plus intense a lieu à la lisière de la glace juste avant la débâcle (Alexander et Cooney, 1979). Nous avons étudié la période critique du printemps pendant trois années et comparé nos données avec celles obtenues pour d'autres périodes de l'année: nous avons ainsi obtenu un tableau assez détaillé du cycle saisonnier, qui nous a permis d'estimer la contribution relative de la lisière de glace au printemps par rapport au reste de l'année, sur le plateau sud-est de la mer de Béring.

Alexander et Cooney ont trouvé que la prolifération à la lisière de la glace s'étend sur une distance de 50 à 80 km dans la zone d'eau libre. La figure 5 est tirée de leur rapport et montre que le taux de production et la concentration de chlorophylle sont à leur maximum à la lisière même de la glace, décroissent au-delà de la glace et sont à leur minimum à quelques milles de la glace.

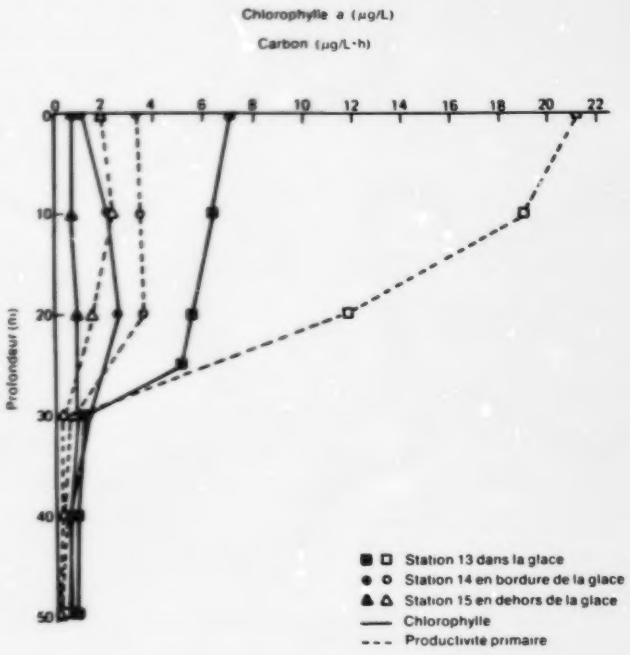
Hart (1942) signale d'importantes proliférations en bordure de la glace dans l'Antarctique. Ivanov (1964) a observé, dans l'Antarctique également, la prolifération maximale le long de la lisière de glace et a conclu qu'elle résulte de la libération des algues glacielles. Comme on l'a indiqué plus haut, cette hypothèse, peut-être importante, est encore discutée.

Dans tous ces travaux, il ne semble pas y avoir le long de la glace de remontées d'eau qui pourraient fournir des éléments nutritifs en abondance. Le travail d'Alexander et Cooney (1979) ne permet pas de supposer ce phénomène à partir de la structure de la salinité, et Hasle (1969) a observé que l'eau de surface en bordure de la glace dans l'Antarctique est beaucoup plus salée que l'eau des couches inférieures.

Il est tentant, et peut-être utile, de faire revivre une fois de plus la possibilité que la structure de l'eau elle-même joue un rôle dans ce contexte, en particulier la concentration des polymères de l'eau: trihydrols, tétrahydrols, etc. Cette hypothèse a été avancée dans le contexte polaire par Bogorov (1939), Laktionov (1940) et M.J. Dunbar (1951*a*, 1977); elle était également dans l'esprit d'autres chercheurs comme Buinitsky (1971, 1977) qui n'ont pas parlé spécifiquement des polymères de l'eau. M.J. Dunbar (1977) a écrit:

> Le rapport de Buinitsky ranime l'intérêt pour des expériences presque oubliées, réalisées dans les années 30 par Barnes (1932), Barnes et Jahn (1933) et Harvey (1933), qui montrent toutes que l'eau provenant de la fonte récente de la glace a un effet nettement stimulant sur la croissance et la multiplication des cellules végétales (*Spirogyra, Euglena, Nitszchia*). Dans le cas d'*Euglena* par exemple, Barnes et Jahn ont trouvé que l'accroissement moyen du nombre de cellules dans l'eau de condensation de la vapeur, au cours d'une période de 10 à 16 jours, était de 32% tandis que l'accroissement observé dans une culture en eau de fonte des glaces était de 105%. On a observé le même phénomène dans des cultures de *Bacterium coli* (Hegarty et Rahn, 1934). Barnes et Jahn (1934), et plus tard Dunbar (1951*b*), ont souligné l'intérêt que pourraient avoir ces résultats pour la recherche biologique dans les mers polaires.

Figure 5
Production primaire et épaisseur de la couche chlorophyllienne sous la lisière de glace, près de la lisière de glace et au large dans la mer de Béring (d'après Alexander, 1980)



À l'époque, on pensait que les molécules d'eau polymérisées (trihydrol, etc.) pouvaient conditionner les différences que l'on observe entre les effets de l'eau de fonte des glaces et l'eau de condensation de la vapeur, mais des progrès plus récents dans l'étude physico-chimique de la structure de l'eau et de la glace ont éclipsé les polymères de la scène, de sorte que l'intérêt pour "l'effet Barnes" s'est quelque peu évanoui. Les résultats de ces expériences tiennent cependant toujours et il devient plus que jamais nécessaire d'étudier le problème plus à fond, maintenant que nous connaissons assez bien le développement des cellules végétales en fortes concentrations dans la glace ou en association très étroite avec elle. L'énoncé de Buinitsky, dans le présent volume, est

particulièrement intéressant à cet égard: "Cette caractéristique particulière de la glace de mer en tant qu'environnement pour les micro-organismes est conditionnée d'abord par la forte teneur en éléments nutritifs des poches et des cavités de saumure dans lesquels vivent les organismes et ensuite par le fait que, *comme on le sait*, la saumure est dans un état quasi-crystallin et agit comme un puissant stimulant biologique. Il se peut également que, dans les fins capillaires de la glace de mer, l'eau ordinaire se transforme dans la forme récemment découverte connue sous le nom d' "Eau II". Les propriétés biologiques de ce nouveau type d'eau n'ont pas encore été étudiées, mais celles-ci influenceraient favorablement les organismes vivants.

Tout cela est peut-être trop spéculatif pour la science mais le problème mérite qu'on s'y attaque une fois de plus, à la fois sur le terrain et en laboratoire avec l'aide de physico-chimistes.

Les poissons sont bien sûr importants dans l'écosystème de la lisière de glace, particulièrement la morue arctique *(Boreogadus)*, mais aussi la morue polaire *(Arctogadus)*. McAllister (1975) croit que les poissons des zones englacées pourraient utiliser l'habitat qui se trouve sous la glace afin de se protéger des oiseaux. Holmquist (1958) a trouvé de jeunes lançons *(Ammodytes dubius)* cachés dans des cavités de la glace. Bain et Sekerak (1978) ont réalisé une étude spéciale de *Boreogadus*, qui faisait appel à la plongée sous-marine. Ils écrivent:

> Malgré les nombreuses mentions de la relation étroite unissant la morue arctique et la glace, des observations sous-marines répétées à divers endroits sous la glace au printemps et au début de l'été 1977 n'ont indiqué qu'un petit nombre de morues près de la face inférieure de la glace.

Il se peut que la présence même des plongeurs ait effrayé la plupart des morues qui auraient pu se trouver près de la glace, mais il est plus probable, comme l'indiquent Bain et Sekerak, que des grands bancs de poissons bien isolés soient passés inaperçus aux yeux des observateurs, étant donné que *Boreogadus* se tient en bancs. On sait également que la répartition de la morue est très discontinue à la fois dans le temps et dans l'espace. L'étude faite par LGL Ltd. (inédite) à l'île Barrier (lagon de Simpson) sur la côte de l'Alaska fait état de la présence presque nulle de *Boreogadus* une année et de plusieurs millions l'année suivante. Il se peut également que la discontinuité de la répartition des morues soit causée par celle des diatomées glacielles. La preuve de la présence de la morue arctique à proximité de la lisière de glace nous est fournie par l'étude du contenu stomacal des oiseaux, en particulier des marmettes. Bain et Sekerak (1978) croient que la morue se concentre près de l'interface glace–eau libre, où les marmettes se concentrent également:

> L'observation des oiseaux en train de s'alimenter et l'analyse de leur contenu stomacal révèlent que les marmettes ont mangé au moins 1,4 million de morues arctiques en juin 1976, et peut-être près de dix fois plus, le long des lisières de glace entre les îles Griffith et Becchey, et ce en 33 jours (Bradstreet, 1977).

Bradstreet estime que les marmettes ont mangé 17 660 morues arctiques par jour par kilomètre linéaire de lisière de glace au milieu du détroit de Wellington. On voit souvent les marmettes plonger sous la glace et on observe constamment des morues dans les fissures de la glace, ce qui suggérerait fortement que la lisière de glace est l'habitat préféré de cette espèce.

La pêche à la morue au filet maillant a été très peu fructueuse (Bain et Sekerak, 1978) pour une raison inconnue. Quoi qu'il en soit, les Norvégiens et les Russes ont réussi à pêcher commercialement *Boreogadus*, au moins expérimentalement.

Sekerak et Richardson (1978) ont rassemblé beaucoup de données et d'observations utiles sur l'écosystème de la lisière de glace, qui résument plusieurs études récentes dont celle de Bain et coll. (1977), de Bradstreet (1977) et de Bradstreet et Finley (1977). La figure 6, tirée de ce rapport, résume les relations importantes qui lient les oiseaux de mer à la faune aquatique de la lisière de glace et met l'accent, une fois de plus, sur l'importance de *Boreogadus*. À partir de plusieurs études récentes, les auteurs décrivent également l'importance des lisières de glace pour certains mammifères marins, notamment le narval, le béluga et l'ours polaire, qui s'y concentrent au printemps.

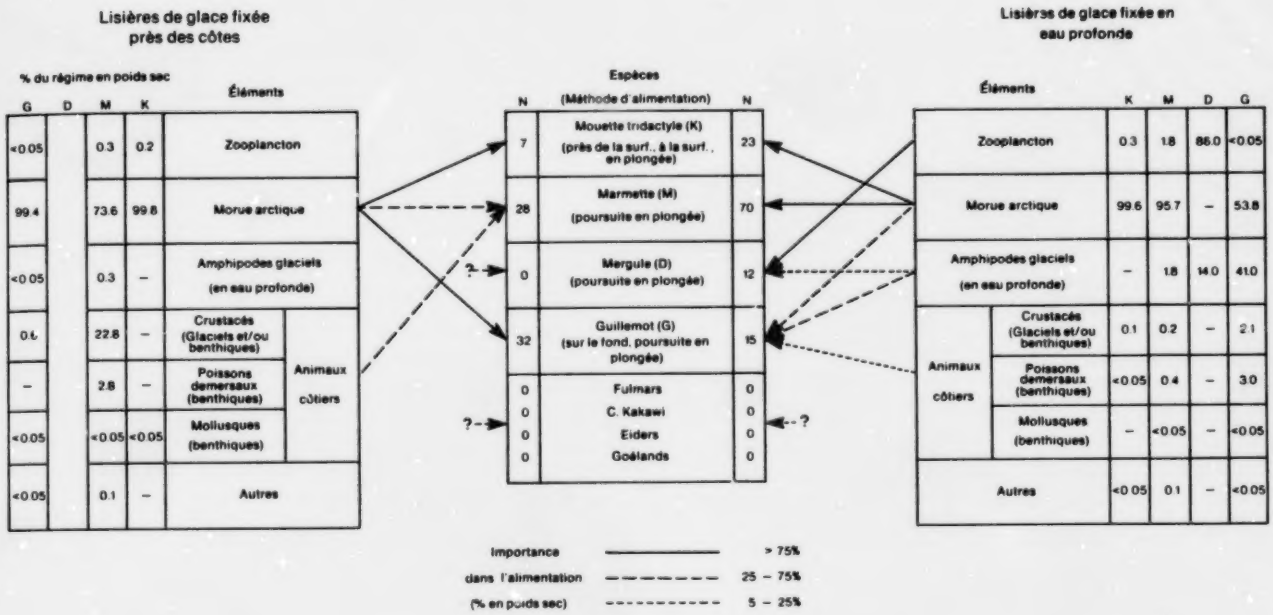
Les lisières de glace sont donc extrêmement importantes en écologie. Il semble que ce soit cette lisière, plutôt que la zone englacée ou l'eau libre, qui soit la plus importante pour la productivité et la concentration des organismes vivants. Les causes de la forte productivité primaire sont mal connues, bien qu'on trouve plus haut des hypothèses mentionnées dans la documentation disponible. Le fait que la lisière de glace est la zone de contact entre la partie englacée et l'eau libre est peut-être important en lui-même, les deux faunes ayant un effet synergique. Les liens entre les deux systèmes sont certainement importants et les échanges se font par-delà la lisière de glace. Ces liens écologiques sont, par exemple, les diatomées glacielles, les crustacés qui s'en alimentent directement mais se trouvent également à l'extérieur des zones englacées et des lisières de glace, et *Boreogadus*.

On devrait porter beaucoup d'attention à la recherche sur l'écosystème de la lisière de glace, qui n'a pas dévoilé tous ses secrets. Weeks (1980), qui n'est pas biologiste mais s'intéresse à la question, a écrit ce qui suit sur les régimes biologiques de la zone marine englacée périodiquement:

> Les régimes biologiques ont rarement cessé de nous étonner par leur diversité. Invariablement, leur étude sérieuse révèle que le fouillis inextricable qu'on avait d'abord perçu est un système ordonné dans lequel chaque chose a sa place. À l'heure actuelle, la biologie de la zone marine englacée périodiquement est juste assez connue pour que l'on commence à voir quelques lueurs d'ordre dans le fouillis. Le problème tient au fait que le biote des glaces, personnage central dans la pièce, suit un scénario différent de celui auquel nous sommes habitués. Par conséquent, il serait imprudent de prévoir son comportement à partir d'études d'autres régimes biologiques. Il reste cependant clair que nous avons affaire à un système biologique riche, diversifié et bien structuré qui, dans certaines circonstances, s'avère extrêmement productif.

Un point s'impose à l'évidence: à cause de l'effet de la lisière de glace, les secteurs dans lesquel les polynies et les chenaux de séparation sont récurrents peuvent être plus importants au point de vue biologique que la zone englacée d'une part et l'eau libre d'autre part, en particulier en hiver et au début du printemps.

Figure 6
Chaîne trophique dont dépendent certains oiseaux de mer près de la lisière de glace dans le détroit de Barrow en juin et au début de juillet 1976 (d'après Bradstreet, 1977)



6. Vulnérabilité des polynies et des chenaux de séparation

Ce problème n'a pas été étudié du tout et rien dans la documentation ne s'y rapporte. On a fait quelques études du comportement du pétrole dans les eaux englacées, et beaucoup de spéculations à ce sujet, mais ces études ne sont pas pertinentes aux polynies ou aux chenaux comme tels. C'est donc dire que nos connaissances actuelles sur le pétrole dans l'eau de mer à l'échelle du globe d'une part, et du pétrole dans les mers englacées d'autre part, s'appliquent aux polynies et aux chenaux autant qu'à tout autre milieu marin, et ce n'est pas notre intention ici de revoir ou de résumer toute la documentation existant sur les dangers du pétrole en mer en général ou dans les eaux nordiques en particulier. Il en va de même du danger de pollution par les déblais de mines ou de toute autre forme de pollution chimique.

Les lisières étant apparemment importantes pour la production biologique et les populations, il est difficile de ne pas conclure qu'un accroissement de la longueur des lisières glacielles serait avantageux plutôt que nuisible. C'est évidemment au printemps et en été que cet avantage serait le plus marqué.

7. Recherches nécessaires

Les besoins de recherches peuvent être énoncés simplement et brièvement. Il est toujours un peu odieux d'énoncer ces besoins selon un ordre de priorité, étant donné qu'il faut prendre en considération tellement d'éléments: le coût, la logistique, les chercheurs disponibles, etc. La liste suivante reflète cependant des priorités ou des urgences, établies suivant des critères personnels.

1. La North Water en hiver: recherches physiques et biologiques. Quelle est la structure de l'eau en hiver? Les idées de Kupetskii s'appliquent-elles à la North Water? Quelle est la chronologie de la prolifération printanière du plancton? Le benthos diffère-t-il de celui du reste de la mer de Baffin?

2. Études physiques et biologiques d'autres polynies, prises séparément. Quelle est la cause de chacune d'elles? Quelle est leur importance biologique? Leur cycle biologique annuel est-il différent de celui constaté en eau libre?

3. *Boreogadus saida* et *Arctogadus glacialis*. On connaît étonnamment peu ces deux morues, et leur importance sous la glace, en tant que membres du biote des glaces, le long de la bordure de glace et en eau libre.

4. L'écosystème de la lisière de glace. Il s'agit d'un travail d'écologie théorique mais aussi d'une recherche poussée sur le terrain. Quels sont les liens entre la lisière de glace et les systèmes qu'elle côtoie, sous la glace, en eau libre, et le benthos? Que représentent, en chiffres, les échanges énergétiques?

5. Écosystème glaciel. Il reste beaucoup à apprendre au sujet de la dynamique et de la répartition de cet écosystème. Quelles sont les différences locales et régionales? Jusqu'à quelle distance de la terre trouve-t-on des diatomées? Comment la population de diatomées est-elle réensemencée chaque année? Quelle est la relation entre les diatomées glacielles et les diatomées de la prolifération printanière du phytoplancton? Dans quelle mesure cet

écosystème peut-il être considéré comme un écosystème de substrat ou une communauté benthonique renversée? Quelle est son importance quantitative dans l'ensemble du budget arctique marin?

6. Le benthos. On ne connaît rien du benthos qui se trouve sous les polynies. On peut s'attendre à des différences dans la croissance et peut-être la diversité des organismes du benthos entre celui de ces régions et celui qui se trouve hors des polynies et des chenaux de séparation. En 1962, Kupetskii a écrit:

> On pourrait dire en conclusion que le benthos de la North Water, étant donné sa composition en espèces, est très proche de celui des hauts-fonds de Novosibirsk où se trouve la grande polynie sibérienne (Gorbunov, 1946). On remet l'accent ici sur la nature identique d'un phénomène hydrologique ayant lieu dans deux régions très éloignées l'une de l'autre.

On connaît bien peu le benthos de la North Water aujourd'hui et, en 1946, on devait n'en connaître presque rien. La citation appelle une étude.

7. Le pétrole dans les polynies et les chenaux. Les polynies et les chenaux se comporteraient-ils comme des bassins de pétrole ou des points de concentration du mazout déversé? Au contraire, est-ce que la majeure partie du pétrole ne serait pas emprisonnée par les irrégularités de la face inférieure des glaces voisines? Comment la présence du pétrole influerait-elle sur la productivité des chenaux?

8. L'utilisation des polynies et des chenaux en hiver par les autochtones. On dispose déjà probablement de beaucoup de renseignements mais il serait opportun et utile de faire une étude et une évaluation précises à ce sujet.

9. L'influence possible de la structure moléculaire de l'eau sur la production primaire, et le lien entre la forte productivité et la lisière de glace; l'importance éventuelle de la polymérisation de la molécule d'eau dans la formation de la glace.

10. La mise au point de matériel et de techniques destinés au travail sur le terrain dans les polynies en hiver nécessitera elle aussi des recherches. Le problème des navires appropriés n'est pas le moindre et les grandes polynies comme la North Water présentent des défis particuliers: le risque sera grand d'un dépôt de glace sur le grément et la superstructure, ce qui rendrait peut-être l'usage des coques classiques, y compris celles des brise-glaces, inadéquat. À l'époque du projet de la North Water (Institut de l'Arctique), j'ai recommandé d'envisager d'utiliser des remorqueurs océaniques modifiés: il s'agit de navires bas et robustes. On pourrait envisager également des types de navires phoquiers. En outre, il serait très précieux d'avoir un puits au fond du bateau pour toutes sortes d'échantillonnages. Cet inconvénient pour la navigation normale deviendrait presqu'une nécessité dans les conditions que l'on retrouve en hiver dans la North Water.

8. Bibliographie

Alexander, V. 1974. Primary productivity regimes of the nearshore Beaufort Sea, with reference to the potential role of the ice biota. Pages 609–635 *dans* Reed, J.C.; Sater, J.E. éd. The Coast and Shelf of the Beaufort Sea. Arct. Inst. of North Am., Arlington, Va.

Alexander, V. 1980. Interrelationships between the seasonal sea ice zone and biological regimes. Cold Reg. Sci. and Technol. 2:157–178.

Alexander, V.; Cooney, R.T. 1979. The Bering Sea ice edge ecosystem. Final Rep. to Nat. Oceanic and Atmos. Admin. Univ. Alaska, Fairbanks.

Andriashev, A.P. 1967. Microflora and fauna associated with the Antarctic fast ice. Zool. Zh. 42:1585–1593 (en russe).

Andriashev, A.P. 1968. The problem of life community associated with the lower layers of Antarctic fast ice. Pages 147–157 *dans* Symp. on Antarct. Oceanogr. Santiago, Chili. 1966. Scott Polar Res. Inst., Cambridge.

Andriashev, A.P. 1970. Cryopelagic fishes of the Arctic and Antarctic and their significance in polar ecosystems. Pages 297–304 *dans* Holdgate, M.W., éd. Antarct. Ecol. Vol. 1. Acad. Press, Londres et New York.

Bailey, W.B. 1957. Oceanographic features of the Canadian Archipelago. J. Fish. Res. Board Can. 14:731–769.

Bain, H.; Sekerak, A.D. 1978. Aspects of the biology of the Arctic Cod, *Boreogadus saida*, in the Central Canadian Arctic. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 104 pp.

Bain, H.; Thomson, D.; Foy, M.; Griffiths, W. 1977. Marine ecology of fast-ice edges in Wellington Channel and Resolute Passage, N.W.T. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 262 pp.

Baker, J.H.; Wong, J.W. 1968. *Paradmostoma rostratum* Sars (Ostracoda, Podocopida) as a commensal on the Arctic gammarid amphipods *Gammaracanthus loricatus* (Sabine) and *Gammarus wilkitzkii* Birula. Crustaceana 14:307–311.

Barnard, J.L. 1959. Epipelagic and under-ice Amphipoda of the Central Arctic Basin. Pages 115–152 *dans* Scientific Studies, Fletcher's Ice Island T3 (1952–55). N° 1. Geophys. Res. Pap. 63.

Barnes, T.C. 1932. The physiological effect of trihydrol in water. Proc. Nat. Acad. of Sci. 18:136–137.

Barnes, T.C.; Jahn, T.L. 1933. The effect of ice and steam on *Euglena*. Proc. Nat. Acad. of Sci. 19:638–640.

Barnes, T.C.; Jahn, T.L. 1934. Properties of water of biological interest. Q. Rev. of Biol. 9:292–341.

Bogorov, V.G. 1939. The particularities of seasonal phenomena in the plankton of arctic seas and their significance for ice forecastings. Zool. Zh., tome 18, fasc. 5, pp. 735–747 Russ., Fig. 1 et tableau. (Résumé en anglais pp. 745–747).

Bradstreet, M.S.W. 1977. Feeding ecology of seabirds along fast-ice edges in Barrow Strait, N.W.T. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 149 pp.

Bradstreet, M.S.W.; Finley, K.J. 1977. Distribution of birds and marine mammals along the fast-ice edges in Barrow Strait, N.W.T. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 315 pp.

Brown, Rudmose. 1927. The Polar Regions. Londres.

Buchanan, R.A.; Cross, W.E.; Thomson, D.H. 1977. Survey of the marine environment of Bridport Inlet, Melville Island. Rapport inédit de Petro-Canada. 265 pp.

Buckley, J.R.; Gammelsrød, T.; Johannessen, J.A.; Johannessen, O.M.; Røed, L.P. 1979. Upwelling: oceanic structure at the edge of the Arctic pack ice in winter. Science 203:165–167.

Buinitsky, V.K. 1971. Most important problems in sea ice research. Oceanology 11:689–694.

Buinitsky, V.K. 1977. Organic life in sea ice. Pages 301–306 *dans* Dunbar, M.J., éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Bursa, A.S. 1961. The annual oceanographic cycle at Igloolik in the Canadian Arctic. II. The Phytoplankton. J. Fish. Res. Board Can. 18:563–615.

Bursa, A.S. 1963. Phytoplankton in coastal waters of the Arctic Ocean at Point Barrow, Alaska. Arctic 16:239–262.

Campbell, W.J.; Chang, T.C.; Fowler, M.G.; Glorsen, P.; Ramseier, R.O.; Kuhn, P.M.; Ross, D.B.; Stambach, G.; Webster, W.J.; Wilheit, T.T. 1974. Results of the U.S. contribution to the joint US/USSR Bering Sea Experiment. U.S. Nat. Aeronaut. and Space Adm. Tech. memo. Rep. MP 1032. 197 pp.

Doake, C.S.M. 1976. Thermodynamics of the interaction between ice shelves and the sea. Polar Rec. 18:37–41.

Dunbar, I.M. 1958. Curious open water feature in the ice at the head of Cambridge Fjord. IUGG, IASH, Toronto, Vol. 4:514–519.

Dunbar, I.M. 1963. Unusual ice conditions in the Canadian Arctic, summer 1963. The Arct. Circ. 16:7–22.

Dunbar, I.M. 1972*a*. Increasing severity of ice conditions in Baffin Bay and Davis Strait and its effects on the extreme limits of ice. Proc. Sea Ice Conf. Rekjavik 1971:87-93. Nat. Res. Counc. Rekjavik.

Dunbar, I.M. 1972*b*. Winter reconnaissance in Nares Strait, 1970–71. Def. Res. Establishment. Ottawa. Tech. Note 71–34.

Dunbar, I.M.; Dunbar, M.J. 1972. The history of the North Water. Proc. R. Soc. Edinburgh, B, 72:231–241.

Dunbar, M.J. 1951*a*. Eastern Arctic Waters. Fish Res. Board Can. Bull. 88. 131 pp.

Dunbar, M.J. 1951*b*. Resources of Arctic and Subarctic seas. Trans. R. Soc. Can. 45:61–67.

Dunbar, M.J. 1964. Euphausids and pelagic amphipods. Ser. Atlas of the Mar. Environ. Folio 6:1–2, 8 plates. Am. Geogr. Soc., New York.

Dunbar, M.J. 1977. Introduction. Pages 1–4 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Dunbar, M.J.; Acreman, J.C. 1980. Standing crops and species composition of diatoms in sea ice from Robeson Channel to the Gulf of St. Lawrence. Ophelia 19:61–72.

Dunbar, M.J.; Dunbar, Moira; Nutt, D.C. 1967. The Baffin Bay – North Water Proj. Rep. 1. Arct. Inst. of North Am., Montréal et Washington.

Foldvik, A.; Kvinge, T. 1977. Thermohaline convection in the vicinity of an ice shelf. Pages 247–255 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Foster, T.D. 1972. Haline convection in polynyas and leads. J. Phys. Oceanogr. 2:462–469.

Franceschetti, A.P.; McGill, D.A.; Corwin, N.; Uchupi, E. 1964. Oceanographic observations in Kennedy Channel, Kane Basin, Smith Sound and Baffin Bay, summer 1963. U.S. Coastguard Oceanogr. Rep. 5, CG 373–5. Washington, D.C.

Frozen Sea Research Group. 1977. Oceanographic data report, d'Iberville Fjord Ellesmere Island, N.W.T. Pac. Mar. Sci. Rep. 77–23. Inst. of Ocean Sci., Patricia Bay. 101 pp. (dactylographiées).

George, R.Y. 1977. Dissimilar and similar trends in Antarctic and Arctic marine benthos. Pages 391–408 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Gorbunov, G.P. 1946. Benthic population of the Novosibirisk Shallows and of the central portion of the Arctic Ocean. Proc. Drifting Exped. "Sedov" Vol. 3.

Gordon, A.L. 1978*a*. Deep Antarctic convection west of Maud Rise. J. of Phys. Oceanogr. 8:600–612.

Gordon, A.L. 1978*b*. Weddell Polynya, gyre and deep-water convection. Trans. Am. Geophys. Union 59:292.

Grainger, E.H. 1959. The annual oceanographic cycle at Igloolik in the Canadian Arctic. I. The zooplankton and physical and chemical observations. J. Fish. Res. Board Can. 16:453–501.

Grainger, E.H. 1977. The annual nutrient cycle in sea ice. Pages 285–300 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Grainger, E.H. 1979. Primary production in Frobisher Bay, Arctic Canada. Pages 9–30 *dans* Dunbar, M.J. éd. Marine Production Mechanisms. Cambridge Univ. Press.

Green, J.M.; Steele, D.H. 1975. Observations on marine life beneath sea ice, Resolute Bay, N.W.T. Section II, pp. 77–86. Circumpolar Conf. on North Ecol. Cons. nat. de rech., Ottawa.

Greisman, P. 1979*a*. The physical oceanography of the Baffin Bay – Lancaster Sound region. Rapport inédit de Arct. Sci. Ltd. pour Petro-Canada Ltd. 70 pp.

Greisman, P. 1979*b*. On upwelling driven by the melt of ice shelves and tidewater glaciers. Deep-sea Res. 26A:1051–1065.

Hamberg, A. 1884. Hydrografisk-Kemiska Iakttagelser under den Svenska Expeditionen til Grönland 1883. Bihang till Kungliga Svenska Vetenskabs-Akademi, Handlingar 9:1–65.

Hameedi, M.J. 1978. Aspects of water column primary productivity in the Chukchi Sea during summer. Mar. Biol. 48:37–46.

Hare, F.K.; Montgomery, M.R. 1949. Ice, open water, and winter climate in the eastern Arctic of Nortn America. Part II. The pattern of winter ice. Arctic 2:149–164.

Hart, T.J. 1942. Phytoplankton periodicity in Antarctic waters. Discovery Rep. 21:261–356.

Hartley, C.H.; Dunbar, M.J. 1938. On the hydrographic mechanisms of the so-called brown zones associated with tidal glaciers. J. Mar. Res. 1:305–311.

Harvey, H.W. 1933. On the rate of diatom growth. J. Mar. Biol. Assoc. 19:253–275.

Hasle, G.R. 1969. An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: Abundance, composition and distribution during the *Brategg* Expedition, 1947–48. Hvalrådets Skrifter 52:1–168.

Hegarty, C.P.; Rahn, O. 1934. Growth retarded by freshly distilled water. J. of Bacteriol. 28:21–30.

Herdmann, H.F.P. 1948. Antarctic pack ice. J. of Glaciol. 1:156–163.

Holmquist, C. 1958. An observation on young *Ammodytes dubius*. Dan. Biol. St. Disko Isl. 23:10–14.

Horner, R.A. 1972. Ecological studies on arctic sea ice organisms. Inst. of Mar. Sci. Rep. R72–17 Univ. Alaska, Fairbanks. 80 pp.

Horner, R.A. 1976. Sea ice organisms. Oceanogr. and Mar. Biol. 14:167–182.

Horner, R.A. 1977. History and advances in the study of ice biota. Pages 269–284 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Horner, R.A.; Alexander, V. 1972. Algal populations in Arctic sea ice: an investigation of heterotrophy. Limnol. and Oceanogr. 17:454–458.

Hoshiai, T. 1977. Seasonal change of ice communities in the sea ice near Syowa Station, Antarctica. Pages 307–317 *dans* Dunbar, M.J. éd. Polar Oceans. Arct. Inst. of North Am., Calgary.

Huppert, H.E.; Turner, J.S. 1978. On melting icebergs. Nature 271:46–48.

Irving, L.; McRoy, C.P.; Burns, J.J. 1970. Birds observed during a cruise in the ice-covered Bering Sea in March 1968. The Condor 72:110–112.

Ivanov, A.I. 1964. Characteristics of the phytoplankton in Antarctic waters at the whaling grounds of the flotilla Slava in 1957–58. Sov. Antarct. Inf. Bull. 1:394.

Kane, E.K. 1853. Access to an open polar sea along a North American meridian. Bull. of the Am. Geogr. and Stat. Soc. 1:85–102.

Kiilerich, A.B. 1933. Nordvandet. Forsøg paa en Forklaring af det isfri Havomraade i Smith Sund. Geogr. Tidsskr. 36:53–61.

Kiilerich, A.B. 1939. A theoretical treatment of the hydrographical observation material; Godthaab Expedition 1928. Meddelelser om Grønland 78:1–149.

Knox, G.A. 1970. Antarctic marine ecosystems. Pages 69–96 *dans* Holdgate, M.W., éd. Antarc. Ecol. Vol. 1. Adac. Press, Londres et New York.

Koch, L. 1928. Contributions to the glaciology of North Greenland. Meddelelser om Grønland 45.

Kupetskii, V.N. 1959. Atlantic deep waters as a cause of some peculiarities in polar climate. Probl. Arktiki, Sb. Statei 6:13–21.

Kupetskii, V.N. 1962. A stationary polynya in the Baffin Bay "North Water." Traduit par le Bureau des trad. du Secr. d'État du Can. 1972. Gos. i Okeanogr. Inst. Moskva 70:47–60.

Laktionov, A.F. 1940. On the methods of ice forecasting according to plankton. Probl. Arktiki 9:27–34 (en russe).

Lebedev, V.L. 1968. Limiting dimensions of a wind-generated polynya during the freezing of the sea. Oceanology 8:391–396.

Lewis, E.L. 1979. Arctic Ocean heat budget. Univ. Bergen. Geophys. Inst. SCOR Rep. 52.

Marko, J. 1975. Satellite observations of the Beaufort Sea ice cover. Beaufort Sea Proj. Tech. Rep. 34. 137 pp.

Marko, J.; Thomson, R.E. 1977. Rectilinear leads and internal motions in the ice pack of the western Arctic Ocean. J. of Geophys. Res. 82:979–987.

Marr, J.W.S. 1964. The natural history and geography of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). Discovery rep. 32:37–463.

Matthews, J.B.; Quinlan, A.V. 1975. Seasonal characteristics of water masses in Muir Inlet, a fjord with tidewater glaciers. J. Fish. Res. Board Can. 32:1693–1703.

Maury, M.F. 1870. The physical geography of the sea and its meteorology. 6e éd. Harper. New York. [Publié pour la première fois en 1855.]

McAllister, D.E. 1975. Ecology of the marine fishes of Arctic Canada. Sect. II, pp. 49–65. Circumpolar Conf. on North. Ecol. Cons. nat. de rech., Ottawa.

McRoy, C.P.; Goering, J.J. 1974. The influence of ice on the primary productivity of the Bering Sea. Pages 403–421 *dans* Hood, D.W.; Kelley, E.J. éd. Oceanography of the Bering Sea. Inst. of Mar. Sci. Univ. of Alaska, Fairbanks.

Mecking, L. 1906. Eistrift aus dem Bereich der Baffin Bay, beherrscht von Strom und Wetter. Veröffentlichungen d. Inst. für Meeresk. und d. Geogr. Inst. Univ., Berlin. 135 pp.

Mohr, J.L. 1963. Ecology of ice substrates. pp. 245–249. Arctic Basin Symp. Hershey, Oct. 1962. Arct. Inst. of North Am., Washington, D.C.

Mohr, J.L. 1969. A study of marine biology from Arctic drift stations. Rapport inédit. Univ. of Southern California, Los Angeles.

Mohr, J.L.; Geiger, S.R. 1968. Arctic Basin faunal précis. Pages 297–313 *dans* Sater, J. éd. Arctic Drifting Stations. Arct. Inst. of North Am., Washington, D.C.

Moss, E.L. 1878. Observations on Arctic sea water and ice. Proc. R. Soc. 27:544–559.

Muench, R.D. 1971. The physical oceanography of the northern Baffin Bay region. The Baffin Bay – North Water Proj. Sci. Rep. 1. Arct. Inst. of North Am., Washington, D.C. 150 pp.

Müller, F.; Berger, P.; Ito, H.; Ohmura, A.; Schroff, K.; Steffen, K. 1980. Glaciological and climatological investigation of the North Water polynya in Northern Baffin Bay. Rep. on North Water Act. 1er avril 1978 – 31 déc. 1979. Zürich. 123 pp.

Neshyba, S. 1977. Upwelling by icebergs. Nature 267:507–508.

Nutt, D.C. 1969. The North Water of Baffin Bay. Polar Notes (Dartmouth Coll.) 9:1–25.

Petermann, A.H. 1867. Das nordlichste Land der Erde. Petermanns Mitt. 1867.

Rakusa-Suszcewski, S. 1972. The biology of *Paramoera walkeri* Stebbing (Amphipoda) and the antarctic sub-fast ice community. Pol. Arch. Hydrobiol. 19:11–36.

Riis-Carstensen, E. 1931. The Godthaab Expedition of 1928. Meddelelser om Grönland 78. 105 pp.

Riis-Carstensen, E. 1936. The hydrographic work and material. Godthaab Expedition, 1928. Meddelelser om Grönland 78. 101 pp.

Sadler, H.E. 1974. On a polynya in Makinson Inlet. Arctic 27:157–159.

Saito, K.; Taniguchi, A. 1978. Phytoplankton communities in the Bering Sea and adjacent seas. II. Spring and summer communities in seasonally ice-covered areas. Astarte 11:27–35.

Sandstrøm, J.W. 1919. The hydrodynamics of Canadian Atlantic waters. Canadian Fisheries Expedition 1914–15:221–343. Dep. of the Naval Ser. Can.

Schledermann, P. 1980. Polynyas and prehistoric settlement patterns. Arctic 33:292–302.

Sekerak, A.D.; Richardson, W.J. 1978. Studies of the ecology of the fast-ice edges in the High Arctic. Rapport inédit de LGL Ltd. 92 pp.

Smith, E.H. 1931. Arctic ice, with especial reference to its distribution to the North Atlantic Ocean. The *Marion* expedition to Davis Strait and Baffin Bay, 1928. U.S. Coast Guard Bull. 19:1–221.

Szekielda, H. 1974. Hot spot in the Ross Sea: upwelling during wintertime. Tethys 1964:105–110.

Tencati, J.R.; Geiger, S.R. 1968. Pelagic amphipods of the slope waters of northeast Greenland. J. Fish Res. Board Can. 25:1637–1650.

Weeks, W.F. 1980. Overview. Cold Reg. Sci. and Technol. 2:1–35. (Proc. of the Seas. Sea Ice Zone Workshop, Monterey, 1979).

Welch, H.E.; Kalff, J. 1975. Marine metabolism at Resolute Bay, N.W.T. Sect. II, pp. 67–76. Circumpolar Conf. on North Ecol. Cons. nat. de rech., Ottawa.

Whitaker, T.M. 1977. Sea ice habitat of Signy Island, South Orkneys. Pages 75–82 *dans* Llano, G.A. éd. Adaptations Within Antarctic Ecosystems. Smithsonian Inst., Washington, D.C.

Zakharov, V.F. 1967. The role of flaw leads off the edge of fast ice in the hydrological and ice regime of the Laptev Sea. Oceanology 6:815–821.

Mammifères marins

par Ian Stirling
SCF, Edmonton (Aib.) T5K 2j5 *et*
Départ. de zoologie, Université de l'Alberta, Edmonton (Alb.) T6G 2E9

Holly Cleator
Départ. de zoologie, Université de l'Alberta, Edmonton (Alb.) T6G 2E9 *et*
SCF, Edmonton (Alb.) T5K 2J5

Thomas G. Smith
Station de biologie arctique, C.P. 400, Ste-Anne de Bellevue (Qué.) H9X 3L6

1. Résumé

Les polynies semblent conditionner la survie de nombreuses populations viables de mammifères marins de l'Arctique canadien. Chaque polynie joue un rôle dont la nature et l'importance varient considérablement selon l'espèce, la saison et la nappe d'eau elle-même. Le présent document examine l'utilisation que chaque espèce fait des principales polynies de l'Arctique canadien; on y détermine les aspects importants, voire cruciaux, de cette question. Le transport maritime permanent et les travaux d'exploration pétrolière en mer risquent de perturber considérablement et même de polluer la plupart des polynies. Or, il nous est impossible d'évaluer les effets de ces dérangements car nous connaissons mal le rôle que jouent les polynies pour les mammifères marins. Il faudra donc effectuer une recherche considérable pour recueillir les données voulues permettant de prendre des décisions au sujet de la protection des mammifères marins dans les polynies.

2. Abstract

Polynyas appear to play a critical role in the survival of many viable populations of marine mammals in the Canadian Arctic. The role of each area, and the extent to which it may be used, can vary greatly between species, seasons, and individual polynyas. This paper reviews the use of major polynya areas in the Canadian Arctic by each species. Important, and possibly critical, aspects have been identified. Most polynya areas are threatened with extensive disturbance and possible pollution as a result of offshore petrochemical exploration and year-round shipping activities. However, we cannot evaluate the effects of such disruptions because we have an inadequate understanding of the ecological significance of these areas to marine mammals. Considerable research is needed to ensure that the necessary data are available upon which decisions relating to the conservation of marine mammals in polynya areas can be based.

3. Introduction

D'après l'usage qu'en font les mammifères marins, on classe les polynies de l'Arctique canadien dans trois catégories: la grande North Water, tout à fait unique, les petites polynies récurrentes situées près du rivage ou dans les chenaux inter-insulaires (comme celles du détroit Penny), et enfin les réseaux de polynies formant des chenaux côtiers (ou zone de dislocation des glaces) comme ceux qu'on trouve dans la baie d'Hudson ou la mer de Beaufort (Stirling, dans la présente publication, fig. 1). L'importance biologique de chaque type de polynie peut varier considérablement selon la saison, selon l'espèce de mammifère marin concernée et, dans une mesure encore inconnue, selon la région. Ainsi, dans certaines régions, les mammifères marins continuent de s'alimenter dans les polynies en été après la débâcle. Les éléments qui concourent à la création d'une polynie peuvent également contribuer à la richesse biologique de cette zone. Dans le présent chapitre, nous nous proposons donc d'examiner la documentation disponible portant sur l'utilisation des polynies par les mammifères marins dans l'Arctique canadien, d'évaluer l'importance des polynies pour ces mammifères, de déceler les principales lacunes de nos connaissances et enfin d'étudier les incidences néfastes que pourraient exercer diverses perturbations. Nous considérons ici l'ours blanc comme un mammifère marin car sa survie dépend de l'écosystème marin.

4. Utilisation des polynies par les mammifères marins

4.1. Phoque annelé (*Phoca hispida*)

Le phoque annelé est le mammifère marin le plus abondant et le plus répandu dans l'Arctique. En hiver et au printemps, on trouve les adultes reproducteurs sur la glace fixée dans les baies, sur le littoral et sur les chenaux inter-insulaires complètement englacés (McLaren, 1958). En hiver, le phoque annelé adulte entretient des trous de respiration en grattant la glace avec les fortes griffes de ses nageoires antérieures (Smith et Stirling, 1975). En général, ces trous de respiration se trouvent dans les fissures où la glace s'est formée en dernier en automne. Les jeunes phoques sont généralement exclus de ces zones à cause de l'aggressivité des adultes; on les retrouve donc sur les glaces moins stables du large, dans les chenaux côtiers et dans les polynies, où ils ont un peu moins de difficultés à entretenir leurs trous de respiration. Cette hypothèse peut rarement s'appuyer sur des données quantitatives, mais elle est justifiée par un certain nombre d'autres faits qui caractérisent tant l'est que l'ouest de l'Arctique.

Invariablement, la majorité des phoques que les chasseurs Inuit abattent au début du printemps dans les zones de glace fixée sont des adultes (Smith, 1973). Par contre, les phoques tués par les ours blancs le long des réseaux de chenaux ainsi que sur les glaces instables du large sont surtout des jeunes (Stirling et McEwan, 1975; Stirling et Archibald, 1977; Smith, 1980). Selon les Inuit chasseurs de phoque, un nouveau chenal ou une étendue d'eau libre sont idéals pour la chasse au phoque annelé en hiver, car il y est alors très abondant et facilement accessible. En outre, lorsque l'englacement commence à gagner les nouveaux chenaux présents

dans les glaces du large, la glace nouvelle est percée d'innombrables trous de respiration, signe que la concentration de phoques y est relativement élevée (fig. 1).

Du début de mars à la fin de mai 1971, les chasseurs Inuit de Holman (golfe d'Amundsen) ont abattu 1 570 phoques annelés sur le floe bordant la polynie de la côte est du cap Bathurst qui n'a pas gelé cet hiver-là. Les bêtes étaient des jeunes dans une proportion de 60%; il est donc assez clair que la polynie du cap Bathurst est importante pour la survie des jeunes phoques annelés. On constate en outre que les phoques annelés adultes occupant les zones de glace fixée le long de la côte ont tendance à rester sous la glace et à repousser les jeunes (T. G. Smith, données inédites). Par ailleurs, l'attachement au site qu'on a récemment observé au début de la période passée hors de l'eau, de même que la forte possibilité qu'il y ait fidélité au site d'une année à l'autre, constituent des signes évidents d'instinct territorial chez cette espèce (Finley, 1979; Smith et Hammill, 1980). On a pu observer quelques cas de reproduction sur les glaces du large (Koski et Davis, 1979), mais ce phénomène est probablement sans grande importance face au nombre d'accouplements qui ont lieu sur les glaces fixées.

La dispersion des jeunes avant la débâcle peut avoir lieu le long des réseaux de chenaux, mais elle n'a fait l'objet d'aucune étude. Lorsque les eaux sont libres, il semble que les phoques annelés se dispersent au large de l'océan Arctique bien qu'on ait constaté qu'ils se rapprochent des floes (T.G. Smith, données inédites). On a trouvé dans la documentation des données sur les bancs de phoques annelés qui se nourrissent dans les zones pélagiques en automne (T.G. Smith, données inédites), mais on ignore si ces phénomènes ont un rapport quelconque avec une ancienne polynie.

Dans l'ensemble, il semble que les polynies soient très importantes pour les phoques annelés car elles constituent pour les jeunes un habitat hivernal. Dans certaines zones, les polynies peuvent également nourrir une petite partie de la population reproductrice au cours de l'hiver.

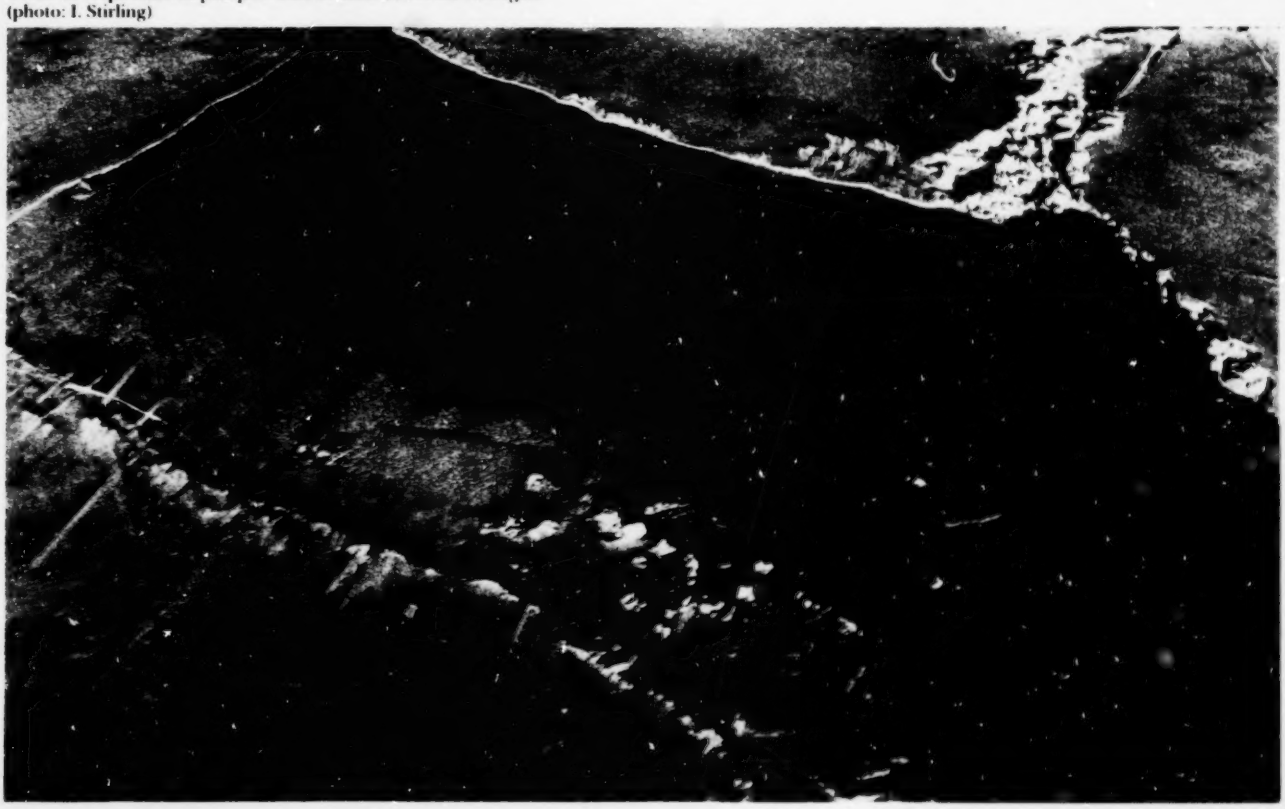
4.2. Phoque barbu (*Erignathus barbatus*).

Le phoque barbu est un mammifère marin dont on connaît mal les besoins écologiques; son aire de distribution couvre tout l'Arctique, mais elle est moins uniforme que celle du phoque annelé. Il semble que les adultes reproducteurs préfèrent vivre dans les eaux libres de moins de 100 m de profondeur parsemées de glaces (Burns, 1967; Davis et coll., 1975; Stirling et coll., 1977*a*). Tout comme les phoques annelés, les phoques barbus entretiennent des trous de respiration en râclant la glace avec les griffes de leurs nageoires antérieures (Vibe, 1950; Stirling, 1977) (fig. 2). Dans le cadre d'une étude réalisée dans l'ouest de l'Arctique, on a enregistré le chant de phoques barbus mâles sous l'eau; le relevé a été effectué à un emplacement couvert de glace annuelle, situé à plus de 400 km du chenal d'eau libre le plus proche (Stirling et Smith, 1977). On ignore si la colonie se disperse par groupes d'âge à une époque donnée de l'année. En général, cependant, le phoque barbu est plus abondant dans les eaux libres permanentes ou tout au moins périodiques. On ne lui connaît aucune migration obligatoire; d'après les données sommaires dont nous disposons, il semble donc que sa répartition hivernale dans l'Arctique canadien se superpose assez bien à celle des polynies.

4.3. Morse (*Odobenus rosmarus rosmarus*)

Dans l'Arctique canadien, le morse passe l'hiver dans les zones de la banquise où l'eau est peu profonde et où la

Figure 1
Trous de respiration de phoques annelés dans un chenal recongelé (photo: I. Stirling)



glace est suffisamment mince pour qu'il puisse la briser avec sa tête et y entretenir des trous de respiration. Les icebergs qui s'échouent dans ces eaux sont basculés par les courants et les vents, ce qui provoque la formation d'une bordure de glace brisée et fragile; c'est surtout là que les morses percent leurs trous de respiration en hiver (fig. 3).

En hiver, comme l'épaisseur de la glace est un facteur restrictif, les morses vivent surtout dans les grandes étendues d'eau comme la mer de Baffin ou le détroit de Davis où la glace est moins stable. Néanmoins, les polynies demeurent importantes, en particulier dans le bassin de Foxe et, à un degré moindre, dans le détroit Penny ou de la porte de l'Enfer, car des bêtes y passent l'hiver en nombre variable tous les ans (Smith et Rigby, présente publication, fig. 9 à 11). Bien qu'à l'occasion on ait vu quelques morses s'éloigner des grandes polynies stables pour hiverner (Stirling, 1974*a*; Kiliaan et Stirling, 1978), ce comportement n'est pas suffisamment répandu pour caractériser toute la colonie. On ignore encore dans quelle mesure les morses reproducteurs se séparent des autres en hiver.

Il est probable que presque toutes les populations de morses se déplacent, mais on ne connaît pas le détail de ces migrations locales et saisonnières dans toutes les régions. Au printemps, lorsque les premières fissures apparaissent dans la glace, les morses ont tendance à s'y engager pour atteindre de nouveaux lieux d'alimentation. Dans certains cas, les variations annuelles ont pour effet d'agrandir une polynie déjà existante dans laquelle les morses ont passé l'hiver, ce qui leur permet d'étendre leur aire d'alimentation. L'apparition des chenaux au début de l'année assure aux morses un moyen vital d'atteindre de nouvelles aires.

Figure 2
Trou de respiration entretenu par des phoques barbus dans la glace de mer, on peut voir les marques de griffes (photo: I. Stirling)

Figure 3
Trou de respiration typique d'un morse au bord d'un petit morceau de glace pluriannuelle gelé dans de la glace annuelle (photo: I. Stirling)

4.4. Autres espèces de phoques

En hiver, aucune autre espèce de phoque ne fréquente les polynies de l'Arctique canadien. Il arrive cependant que de petits groupes de phoques communs (*Phoca vitulina*) passent l'hiver dans les chenaux côtiers et à l'embouchure des rivières dans la baie d'Hudson (Mansfield, 1967*a*); en été on en trouve en petits nombres dans la baie d'Hudson, où ils s'alimentent généralement dans les milieux estuariens. On en a également signalé périodiquement dans le sud-est de la terre de Baffin, ainsi que dans la mer de Beaufort.

Le phoque à capuchon (*Cystophora cristata*) est si rare dans les polynies qu'on peut omettre d'en parler ici.

Le phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus*) est rare dans les polynies; néanmoins, quelques-uns passent parfois l'hiver dans les polynies de la baie de Frobisher ou du détroit de Cumberland (Stirling, présente publication, fig. 1). En été, cependant, ils migrent en grands nombres pour aller se nourrir sur l'emplacement de polynies dans la baie d'Hudson, la mer de Baffin et le détroit de Lancaster, et dans les nappes d'eau voisines (Sergeant, 1965 et 1976). Ils empruntent parfois les chenaux côtiers pour cette migration.

4.5. Béluga (*Delphinapterus leucas*)

Pour respirer, les bélugas sont capables de briser une certaine quantité de glace jeune (fig. 4), mais ils sont quand même limités aux eaux libres naturelles. Au Canada, il semble que la plupart des bélugas hivernent dans des zones de banquises à la dérive, même si cela les oblige à de longues migrations saisonnières (Fraker, 1979; Davis et coll., 1980). Toutefois, dans des endroits comme le bassin de Foxe (Sergeant, 1973) et même peut-être dans la baie James (Jonkel, 1969), il semble qu'ils passent l'hiver dans des polynies, ce qui est apparemment plus fréquent dans l'Arctique soviétique (Kleinenberg et coll., 1964).

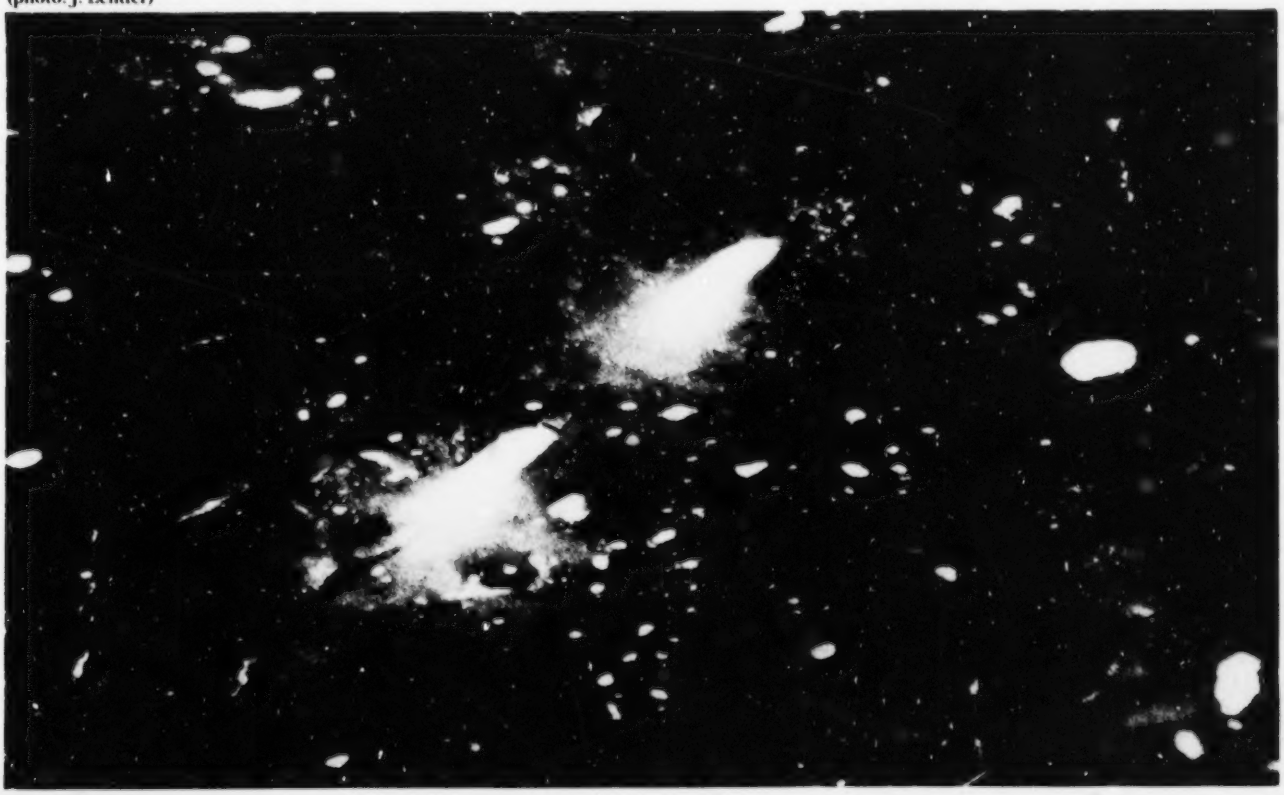
Les chenaux, et surtout les réseaux de polynies formant des chenaux côtiers, sont d'une importance cruciale, car au printemps ils constituent les routes de migration qui mènent jusqu'aux aires d'alimentation et de mise bas situées dans des régions comme la mer de Beaufort et le détroit de Lancaster. En fait, même après la débâcle, il semble que le site des anciennes polynies constitue une importante aire d'alimentation, tant dans l'est que dans l'ouest de l'Arctique.

4.6. Narval (*Monodon monoceros*)

Au Canada, les narvals se trouvent surtout dans l'est et dans le nord de l'Arctique, mais quelques-uns descendent dans le nord de la baie d'Hudson en été (Mansfield et coll., 1975*a*). Tout comme les bélugas, les narvals peuvent briser la glace mince avec leur dos pour respirer, mais ils sont inféodés eux aussi aux eaux libres naturelles. La plupart des narvals passeraient l'hiver plus au sud, dans les eaux libres parsemées de glace du détroit de Davis, fréquentant des eaux plus profondes et plus libres de glace que les bélugas (Vibe, 1967; Kapel, 1975 et 1977). Peu de narvals hiverneraient dans les polynies des eaux canadiennes.

Au printemps, les narvals empruntent les réseaux de chenaux côtiers et migrent jusqu'au détroit de Lancaster et, à un degré moindre jusqu'au détroit d'Hudson (Mansfield et coll., 1975*a*). A mesure que les eaux se dégagent, ils s'avancent plus loin dans les zones de glace fixée où apparaissent de nouveaux chenaux. Bien que les chenaux soient essentiels pour la migration des narvals, il semble que ces derniers fréquentent moins que les bélugas les eaux peu profondes des polynies pour s'y nourrir. Après la débâcle et jus-

Figure 4
Bélugas aménageant des trous de respiration dans de la glace jeune (photo: J. Lentfer)



qu'à la fin de l'année, ils se nourrissent essentiellement en eau profonde, parfois sur le site d'une ancienne polynie.

4.7. Baleine boréale (*Balaena mysticetus*)

Par l'usage qu'elles font des polynies, les baleines boréales se rapprochent plus des bélugas que des narvals; elles hivernent dans le pack ouvert. Il semble que la population de l'est de l'Arctique hiverne dans le sud du détroit de Davis, tandis que celle de l'ouest hiverne dans le sud de la mer de Béring. Avant la débâcle, elles migrent par les chenaux côtiers jusqu'aux polynies qui constituent d'importantes aires d'alimentation (Fiscus et Marquette, 1975; Fraker, 1979). Durant l'été, la plupart d'entre elles continuent de se nourrir dans les anciennes polynies; il semble qu'elles quittent ces zones en automne pour rejoindre leurs aires d'hivernage avant l'englacement (Fraker et coll., 1978).

4.8. Ours blanc (*Ursus maritimus*)

Bien que l'ours blanc ne soit pas un mammifère marin, on en parle ici car il dépend de la mer pour sa subsistance aussi longtemps que les conditions d'englacement le permettent et il ne se retire sur la terre que pour mettre bas ou lorsque la glace est complètement fondue. L'ours blanc n'est pas obligatoirement migrateur; les dimensions des territoires varient probablement selon la région, en fonction de l'importance des facteurs du milieu qui obligent l'ours à des déplacements saisonniers. Les ours blancs se nourrissent surtout de phoques annelés et, dans une moindre mesure, de phoques barbus (Stirling et Archibald, 1977). Il semble qu'ils fréquentent en grands nombres les polynies et les chenaux côtiers, probablement parce que les phoques y sont plus nombreux et plus accessibles qu'ailleurs: ainsi, de 1971 à 1975, entre les mois de mars et de juin, 87% des ours blancs observés dans la mer de Beaufort se trouvaient au bord du floe ou dans des zones couvertes de glaces instables dans une proportion de 9/10 à 10/10 et clairsemées de plaques de glace jeune (Stirling et coll., 1975). On a vu des ours blancs dans les mêmes conditions dans d'autres régions de l'Arctique, mais les données recueillies n'ont pas encore été chiffrées (Stirling, données inédites).

Dans une étude préliminaire, Stirling et Archibald (1977) ont constaté que les ours blancs tuent surtout des phoques jeunes ou de l'année et ce, dans une proportion qui varie en fonction de l'habitat et de la région. Ainsi, les deux tiers (10/15) des phoques annelés tués sur les glaces ou sur la bordure du floe étaient des jeunes. Le fait que les ours blancs vivent surtout près des polynies et des chenaux est probablement lié au grand nombre de jeunes phoques annelés qui peuplent ces endroits et qui, d'autre part, feraient des proies plus faciles. Dans une étude sur la prédation exercée par l'ours blanc dans l'est et l'ouest de l'Arctique canadien, Smith (1980) a conclu que ce mammifère tue habituellement les jeunes phoques annelés, qui sont peut-être plus vulnérables sur les glaces instables comme celles qu'on trouve près des polynies.

L'ours blanc se nourrit principalement de phoques, mais il mange également du varech: en effet, on a souvent vu des ours manger le varech échoué sur les plages (Russell, 1975) et plusieurs sources signalent que les ours blancs plongent à la recherche de varech en été et en automne, lorsque les eaux sont libres de glace (Lønø, 1970; Russell, 1975; Stirling, 1974*b*). Dans certaines polynies peu profondes, comme le long de la côte sud-est de la terre de Baffin, le varech se ramasse sur la face inférieure de la glace et dans les trous de respiration des phoques. Les ours blancs mangent

Figure 5
Varech retiré du trou de respiration d'un phoque par des ours blancs (photo: I. Stirling)

ces plantes en abondance tout au long de l'hiver (fig. 5); on ignore l'importance du varech dans leur alimentation, mais il semble qu'ils n'y aient accès en hiver que dans certaines polynies.

5. Utilisation des principales polynies par les mammifères marins

Nous nous attachons ici à l'utilisation que les différentes espèces de mammifères marins font des grandes polynies de l'Arctique canadien et, dans la mesure où nos données le permettent, nous dégageons les aspects importants, voire capitaux, de cette question. Cependant, notre point de vue s'inspire plus de données qualitatives que quantitatives car les relations écologiques de ce milieu ont été peu étudiées.

5.1. Polynie du cap Bathurst et réseaux de chenaux côtiers adjacents (Smith et Rigby, présente publication, fig. 12, 14 et 15)

Tous les printemps, les populations de bélugas et de baleines boréales de l'ouest de l'Arctique parcourent de longues distances par les chenaux côtiers pour se rendre de la mer de Béring à leur aire d'alimentation dans la polynie du cap Bathurst (Sergeant et Hoek, 1974; Fraker, 1979). La population de bélugas de l'ouest de l'Arctique compte de 4 000 à 6 000 bêtes (Sergeant et Hoek, 1974; Fraker, 1977); selon les estimations les plus récentes, 2 264 baleines boréales passent tous les ans à l'est de la côte nord de l'Alaska (Braham et coll., 1979).

Les chenaux qui longent la côte de l'île Banks sont surtout utilisés en mai et juin, lorsque les baleines migrent vers la région du cap Bathurst. Comme elles migrent un ou deux mois avant la débâcle, les baleines se nourrissent plus longtemps dans la polynie du cap Bathurst (où elles donnent probablement naissance à leurs petits) avant de poursuivre leur route vers l'ouest jusqu'à leur aire d'alimentation dans le delta du Mackenzie. Néanmoins, des groupes considérables des deux espèces restent autour du cap Bathurst pendant la période où les eaux sont dégagées, prolongeant leur séjour de 2 ou 3 mois plutôt que de continuer leur migration vers l'ouest (Fraker, 1979). Il semble que la répartition des baleines boréales ait été la même au début du siècle, selon les récits des baleiniers (Townsend, 1935; Sergeant et Hoek, 1974).

Les jeunes phoques annelés et les phoques barbus adultes fréquentent en grands nombres la polynie du cap Bathurst, ainsi que les chenaux adjacents (Stirling et coll., 1977*a*; T.G. Smith, données inédites). Selon toute vraisemblance, les phoques sont nombreux dans cette zone parce qu'ils sont assurés d'y trouver une étendue d'eau dégagée ou recouverte de glace jeune pendant tout l'hiver. Il est probable qu'ils se déplacent alors localement dans le réseau de chenaux à la suite de changements à court terme dans les conditions d'englacement ou la disponibilité de nourriture, mais on n'a pas encore étudié cette question. Bien qu'on ne dispose pas de données quantitatives permettant une comparaison, il semble que les phoques barbus mettent bas le long du réseau de chenaux côtiers qui avoisinent la polynie du cap Bathurst, tandis que les phoques annelés donnent naissance à leurs petits dans les zones de glace fixée de l'est du golfe d'Amundsen, ainsi que sur les côtes et dans les terres de l'île Banks (Smith et Stirling, 1975; Stirling et Smith, 1977). En automne, d'importants groupes non dénombrés de jeunes phoques annelés migrent vers l'ouest le long de la côte du continent, traversant surtout des nappes d'eau libre mais empruntant au besoin les chenaux côtiers (Usher, 1970; Stirling et coll., 1977*a*). Leur destination et la proportion des effectifs qu'ils représentent sont inconnues; cependant, un phoque marqué dans l'est de la mer de Beaufort a été recapturé au cap Icy en Sibérie (Smith, 1976). On ignore si ces animaux reviennent dans nos eaux au printemps mais, si c'est le cas, il est presque certain qu'ils empruntent le réseau de chenaux côtiers qui longe la côte du continent, depuis la mer de Chukchi jusqu'au golfe d'Amundsen.

Le cap Bathurst et les polynies qu'on y trouve constituent également d'importantes aires d'alimentation pour l'ours blanc (*Ursus maritimus*) car les phoques y vivent en grand nombre et y sont plus vulnérables (Stirling et coll., 1975). Dans l'ouest de l'Arctique canadien, il y a entre 1 500 et 1 800 ours blancs (DeMaster et coll., 1980). La polynie du cap Bathurst et les chenaux côtiers voisins représentent probablement leur plus importante aire d'alimentation hivernale et printanière (Stirling et coll., 1975).

Contrairement aux espèces susmentionnées, le morse fréquente très rarement la polynie du cap Bathurst et les chenaux côtiers voisins. Les sources se contredisent parfois au sujet de la répartition historique et de l'abondance des morses dans le sud-est de la mer de Beaufort (MacFarlane, 1905; Fay, 1957); toutefois, les morses ne vont maintenant dans cette région qu'à l'occasion, la plupart du temps en été (Mansfield, 1959; Harington, 1966; Usher, 1966). Cependant, on pense qu'un morse a passé l'hiver dans un chenal situé à seulement 50 km à l'ouest de la pointe nord-ouest de l'île Banks (Stirling, 1974*a*). Bien que les morses soient peut-être plus nombreux à hiverner dans les eaux libres de ces régions que ne l'ont révélé nos observations jusqu'ici, leur nombre total est probablement négligeable.

Le narval, l'épaulard (*Orcinus orca*), les phoques du Groenland, commun et à capuchon, l'otarie à fourrure (*Callorhinus ursinus*) et peut-être même le *Phoca fasciata* ont été signalés à l'occasion dans la polynie du cap Bathurst et dans les chenaux adjacents (Anderson, 1937; Dunbar, 1949; Radvanyi, 1960; Usher, 1966; Mansfield et coll., 1975*b*; Smith, 1977).

5.2. La North Water (Smith et Rigby, présente publication, fig. 3 et 5)

De toutes les polynies de l'Arctique canadien, c'est la North Water qui compte pour le plus grand nombre d'espèces de mammifères marins. On pensait qu'elle abritait en hiver d'importants groupes de cétacés de toutes espèces, mais les données préliminaires recueillies par Finley et Renaud à la fin de l'hiver (1980) n'ont pas confirmé cette hypothèse. Selon leur estimation, environ 500 bélugas ont hiverné en 1978 et 1979 dans la North Water, ce qui représente environ 5% des 8 à 10 000 bêtes de la population du détroit de Lancaster (Sergeant et Brodie, 1975). Par ailleurs, en deux ans d'observation, on n'a vu aucune baleine boréale et seulement 12 narvals en 1979 sur une population estivale qui n'excède peut-être pas 10 000 bêtes (Davis et coll., 1980). Au printemps, les bélugas, les narvals et les baleines boréales quittent ce qui semble être leur aire d'hivernage dans le détroit de Davis et migrent vers le nord; ils empruntent alors les réseaux de polynies côtières de l'est de la terre de Baffin pour aller se nourrir dans la North Water et atteindre les premières fractures, puis l'eau libre des détroits de Lancaster et de Jones et les nappes d'eau adjacentes (Webb, 1976; Sergeant et Hay, 1978; Koski et Davis, 1979). On a estimé que le tiers des bélugas et 85% des narvals qui vivent dans les eaux nord-américaines pénètrent en été dans le détroit de Lancaster (Smiley et Milne, 1979). La North Water constitue donc une aire d'alimentation essentielle à toutes ces espèces de cétacés au printemps et en été.

Au printemps et au début de l'été, les bélugas et les narvals s'avancent le plus loin possible dans le détroit de Lancaster, le goulet du Prince-Régent et le détroit de Bellot par des nouveaux chenaux. Tout l'été, les narvals et surtout les baleines boréales restent pour s'alimenter dans le détroit de Lancaster et le goulet de l'Amirauté. En automne, les bélugas qui quittent le Haut-Arctique et migrent vers le sud se nourrissent en grand nombre dans l'est du détroit de Lancaster et plus particulièrement dans les environs du sud-est de l'île Devon. On a constaté que les oiseaux de mer se nourrissent aux mêmes endroits (Nettleship, 1974; Johnson et coll., 1976; Nettleship et Gaston, 1977). D'après ces observations, certains des courants et des remontées d'eau profonde qui concourent à la formation de la polynie récurrente de l'est du détroit de Lancaster contribueraient également à mélanger les matières nutritives et à enrichir la région en organismes vivants, ce qui expliquerait l'importance de cette région pour l'alimentation des vertébrés supérieurs.

La population de morses de l'est de l'Arctique utilise également la North Water de façon saisonnière ou permanente. En effet, il semble que de petits groupes de morses hivernent dans le district de Thulé; par ailleurs, il serait possible que plusieurs centaines d'autres hivernent tous les ans dans les eaux canadiennes qui baignent la côte est de l'île Devon ainsi que la côte sud-est de la terre d'Ellesmere (voir le rapport de Davis et coll., 1980). Toutefois, la plupart des morses qui utilisent la North Water font partie d'une importante population migratrice qui y pénètre au printemps après avoir quitté son aire d'hivernage du détroit de Davis (Vibe, 1967; Loughrey, 1959); quelques groupes montent alors au nord jusqu'au bassin de Kane, tandis que le gros du troupeau poursuit sa migration jusque dans les détroits de Lancaster et de Jones où il se nourrit tout l'été. Il n'existe aucune estimation vraiment fiable de la population.

Les phoques annelés et barbus abondent partout dans la région de la North Water, mais on ne dispose d'aucune donnée quantitative sur leur population et leur répartition. En avril 1980, on a fait des enregistrements sous-marins en l ordure du floe dans le détroit de Lancaster, au sud de la baie de Maxwell: on a constaté que les phoques barbus sont nombreux dans ces eaux (Stirling, données inédites) même s'il n'est pas encore possible de faire la correspondance entre les cris et les effectifs.

La North Water et les polynies avoisinant les détroits de Jones et de Lancaster constituent des aires d'alimentation à productivité élevée pour les mammifères marins, comme en témoigne l'abondance des phoques du Groenland qui viennent s'y nourrir en été (Vibe, 1950; Sergeant, 1965; Finley et Johnston, 1977; Koski et Davis, 1979); ils arrivent en juin et juillet et certains restent jusqu'en octobre avant de retourner dans le sud du détroit de Davis.

Une importante population d'ours blancs vit près du côté canadien de la North Water et près des polynies des détroits de Jones et de Lancaster; elle compte au moins 1 700 bêtes (Stirling et coll., 1978). En hiver et au printemps, les ours se déplacent vers l'est pour chasser en bordure du floe; ils reviennent ensuite sur leurs pas car la débâcle se poursuit jusqu'au début de l'été. À la même époque, on trouve un nombre considérable d'ours blancs sur le floe dans l'est de la mer de Baffin (Koski et Davis, 1979), mais on n'a encore aucune donnée quantitative sur leur répartition et leurs mouvements. Jusqu'ici, la plus importante population observée dans cette région au printemps se trouvait sur les côtes sud et sud-est de l'île Devon (Stirling et coll., 1978; Koski et Davis, 1979). Même si les phoques annelés et barbus sont difficiles à repérer à cette période de l'année, la présence d'un grand nombre d'ours blancs signifie probablement que ces deux espèces de phoques sont aussi relativement nombreuses. Très importante pour l'alimentation des baleines et des oiseaux de mer à la fin de l'été, la région située au sud-est de l'île Devon est fréquentée par un grand nombre d'ours blancs, ce qui confirme qu'elle est biologiquement très productive.

5.3. Détroits Penny et de la Reine (Smith et Rigby, présente publication, fig. 11)

Les polynies des détroits Penny et de la Reine sont relativement peu profondes et semblent cruciales pour l'hivernation des morses. Cependant, en mars et en avril, alors que les jours sont assez longs pour les relevés aériens, les bêtes restent généralement dans l'eau, ce qui rend difficile leur dénombrement. D'après les observations qu'on a pu faire jusqu'ici, il semble qu'un nombre variable de morses hivernent dans cette région (Bissett, 1967; Davis et coll., 1978; Kiliaan et Stirling, 1978). Selon Davis et coll. (1975), de 200 à 300 bêtes auraient hiverné dans l'est des détroits de Jones et Penny en 1976 et 1977. En avril 1980, on a effectué un relevé aérien ainsi que de longs enregistrements sous l'eau dans les détroits Penny et de la Reine. On n'a vu qu'une cinquantaine de morses, mais les enregistrements indiquaient qu'ils étaient beaucoup plus nombreux et se trouvaient souvent à des endroits où on n'avait vu aucun animal au cours du relevé aérien. Ces renseignements nous portent à croire qu'au-delà de 300 morses ont passé l'hiver 1979–1980 dans cette région (Stirling, données inédites).

En été, les morses se nourrissent en grands nombres dans la région et dans le golfe de McDougall et le détroit de Wellington où, selon Davis et coll. (1978), leur population estivale aurait atteint 1 000 têtes en 1976 et 1977. Il est possible qu'un certain nombre de ces animaux se déplacent entre la porte de l'Enfer et le détroit Penny. Ces données préliminaires semblent indiquer qu'en hiver les détroits Penny et de la Reine constituent la région la plus fréquentée par les morses dans le Haut-Arctique canadien en dehors de la North Water.

Les polynies des détroits Penny et de la Reine sont également très importantes pour les phoques barbus: elles en abritent un assez grand nombre en hiver. Leurs cris sont parmi les plus nombreux enregistrés sous l'eau dans l'Arctique; ces cris diminuent rapidement lorsqu'on s'éloigne des polynies (Stirling, données inédites). On peut donc en conclure que les phoques barbus sont très abondants toute l'année dans les polynies, même s'ils sont généralement difficiles à repérer.

On ignore combien de phoques annelés fréquentent les détroits Penny et de la Reine mais, d'après les observations, ils semblent abonder, les jeunes étant probablement les plus nombreux.

Les ours blancs abondent localement dans les détroits Penny et de la Reine (Stirling et coll., 1978), probablement en raison du grand nombre de phoques qui y vivent; c'est donc pour l'ours blanc, après la région du détroit de Lancaster, l'une des plus importantes aires d'alimentation dans le Haut-Arctique.

Les bélugas, les narvals, les baleines boréales et les phoques du Groenland se rendent également dans les détroits Penny et de la Reine en été (Macpherson, 1963; Davis et coll., 1980). En fait, les polynies du détroit Penny abritent en été un petit nombre de narvals, tandis qu'on trouve quelques baleines boréales dans celles du détroit de la Reine (Davis et coll., 1980). On a vu des phoques du Groenland dans toute cette région (Davis et coll., 1980).

5.4. Porte de l'Enfer et détroit de Cardigan (Smith et Rigby, présente publication, fig. 10)

Bien qu'elle soit petite, cette polynie réapparaît régulièrement et, tous les hivers, le morse y vient en nombres variables. En mai 1972, Kiliaan et Stirling (1978) ont vu 100 bêtes, tandis que Davis et coll. (1978) signalaient la présence d'un troupeau de 200 à 300 bêtes dans la partie est des détroits de Jones et Penny au cours de l'hiver 1977. En avril 1980, on n'a vu qu'un seul morse dans la région de la porte de l'Enfer (Stirling, données inédites). Rappelons cependant que les dénombrements aériens de morses effectués par temps froid sont imprécis et ne représentent que des estimations minimales. À la fin du printemps, les morses migrent vers la région de la porte de l'Enfer par les chenaux qui se forment dans le détroit de Jones. Pendant l'été, ils se nourrissent dans le détroit de Fram ainsi que dans les eaux peu profondes au nord de l'île Kent Nord. Il est évident que cette région est importante pour les morses comme aire d'hivernage, comme aire d'alimentation en été et comme lieu de passage.

Les phoques annelés et barbus sont abondants dans la région de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan, mais nous n'avons aucun chiffre à leur sujet. En hiver et au printemps, l'ours blanc y vient régulièrement (Riewe, 1977; Kiliaan et coll., 1978) et nous pensons que cette région constitue pour lui une importante aire d'alimentation. Ces ours blancs appartiennent à la même sous-population qui vit dans les détroits de Lancaster et de Barrow ainsi que dans la région des détroits Penny et de la Reine (Stirling et coll., 1978).

Selon une seule source (Harington, 1963), le narval se nourrit en été dans la région de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan. En général, cette région semble cependant peu fréquentée par les baleines.

5.5. Détroit de Bellot (Smith et Rigby, présente publication, fig. 7)

En juin et juillet, on a observé de nombreux phoques annelés dans les environs de la polynie du détroit de Bellot (Finley, 1976; Stirling, données inédites). Bien qu'on ignore combien de phoques fréquentent ces régions en hiver, on suppose, d'après l'importance des populations qui s'y trouvent en été, qu'un groupe assez nombreux y habite toute l'année. On pense que les phoques barbus qui s'y rencontrent y abondent également. Le grand nombre d'ours blancs qu'on y voit en été et en hiver, particulièrement dans le sud-est (îles de Tasmanie) et le sud-ouest (baie de Brentford) de l'entrée du détroit de Bellot, indiquerait une forte présence permanente de phoques dans cette région (Davis et coll., 1975; Finley, 1976; Stirling et coll., 1978). Les ours blancs semblent d'ailleurs y former une population relativement distincte de celle du détroit de Lancaster; on l'estime à environ 1 100 bêtes (Stirling et coll., 1978).

Selon les archives, la région qui entoure le détroit de Bellot faisait partie du territoire de mise bas des baleines boréales (Davis et coll., 1980) comme en témoignent les os de baleines boréales que les Inuit de Thulé utilisaient autrefois pour construire leurs habitations; ces ossements abondent également le long de la côte est de l'île Somerset, depuis le détroit de Bellot jusqu'à la baie de Creswell. Actuellement, les baleines boréales fréquentent encore cette région au cours de l'été, mais on les y voit beaucoup moins souvent que dans le détroit de Lancaster. Cependant, le détroit de Bellot est peut-être assez important pour ce mammifère.

En été, de petits groupes de narvals se nourrissent dans le détroit de Bellot et y passent pour aller se nourrir plus à l'ouest (Finley et Johnston, 1977; Sergeant et Hay, 1978). On en a déjà vus dès le 24 juillet et aussi tard que le 4 septembre (Finley et Johnston, 1977). En été, des bélugas, des morses et des phoques du Groenland y apparaissent également en petits nombres (Loughrey, 1959; Finley et Johnston, 1977). Le 30 juillet 1980, on a vu environ 2 000 narvals près de Pointe Savage, sur la côte est de l'île du Prince-de-Galles. En considérant l'englacement à cette époque, il semblerait qu'ils avaient emprunté le détroit de Bellot (T.G. Smith, données inédites).

5.6. Détroit de Fury et Hecla et nord du bassin de Foxe (Smith et Rigby, présente publication, fig. 9)

La polynie du détroit de Fury et Hecla, tout comme les nombreuses petites polynies qu'on trouve dans le nord du bassin de Foxe, sont fréquentées en permanence par un grand nombre de morses, de phoques barbus et de phoques annelés (Manning, 1943; Loughrey, 1959; Anders, 1965; Mansfield, 1967*b*), cette dernière espèce y étant principalement représentée par des jeunes en hiver, au contraire des morses et des phoques barbus (Bradley, 1970). Cependant, on pense que toutes les classes d'âge y vivent le reste de l'année.

Toute cette région semble relativement bien utilisée par les baleines boréales en été et, comme elle est libre de glace en automne, elle sert de passage aux mammifères qui migrent vers l'est (Mansfield, 1971). Le béluga et le narval franchissent également le détroit de Fury et Hecla et y séjournent en été , mais ils ne semblent pas nombreux (Parry, 1835; Sergeant, 1962; Anders, 1965; Mansfield et coll., 1975*a*).

Il semble que les ours blancs abondent partout dans le bassin de Foxe, mais nous n'avons aucun chiffre à ce sujet.

5.7. Polynie du détroit de Roes Welcome (Stirling, présente publication, fig. 1)

En hiver, la polynie du détroit de Roes Welcome est utilisée par bon nombre de bélugas, de morses et de phoques communs (Mansfield, 1958; Mansfield, 1967*a*; Sergeant, 1973). En outre, de nombreux narvals et baleines boréales s'y nourrissent en été (Ross, 1974; Mansfield et coll., 1975*a*).

La plupart, sinon tous les cétatés qui passent l'été près du littoral ouest de la baie d'Hudson hivernent dans la polynie du détroit de Roes Welcome, mais on ignore leur nombre exact (Sergeant, 1973). Dans l'ouest de la baie d'Hudson, on estime à 10 000 bêtes la population des bélugas (Sergeant, 1973). En été, ils descendent en grands nombres vers le sud et se rassemblent entre l'estuaire du fleuve Nelson et la frontière du Manitoba et des Territoires du Nord-Ouest (Sergeant et Brodie, 1969), mais il semble que certains d'entre eux restent près de la polynie en été (Manning, 1943).

En hiver, les morses aussi se rassemblent d'abord dans la polynie du détroit de Roes Welcome; un petit nombre y demeure après la débâcle, tandis que les autres se rendent au nord-est de l'île Coats et au sud-est de l'île Southampton (Degerbøl et Freuchen, 1935; Mansfield, 1968).

Les baleines boréales restent chaque année dans la polynie du détroit de Roes Welcome de la mi-mai à la mi-septembre (Ross, 1974). Leur répartition actuelle semble la même que par le passé, mais leur nombre a beaucoup diminué. On pense que la plupart des baleines boréales quittent la baie d'Hudson vers la fin de l'automne; cependant, il arrive parfois que certaines hivernent dans la polynie (Low, 1906; Degerbøl et Freuchen, 1935; Ross, 1974). Comme les baleines boréales, les narvals fréquentent la polynie du détroit de

Roes Welcome, mais ils n'hivernent probablement jamais dans la baie d'Hudson (Mitchell et Reeves, 1980). Par ailleurs, on peut voir de petits groupes de phoques du Groenland s'y nourrir en été (Sutton et Hamilton, 1932; Manning, 1943).

L'ours blanc et le phoque barbu vivent en permanence dans la polynie du détroit de Roes Welcome (Sutton et Hamilton, 1932; Manning, 1943). Le phoque annelé vit également en permanence dans le nord-ouest de la baie d'Hudson; on en a vus des groupes moyens, mais on n'a pas encore étudié sa répartition et son abondance dans cette polynie (McLaren, 1958). L'épaulard et le phoque à capuchon n'ont jamais été signalés dans le détroit de Roes Welcome.

5.8. Polynies des baies de Frobisher et de Cumberland
(Stirling, présente publication, fig. 1)

Tout au long de l'année, on trouve des phoques barbus en quantités moyennes dans les polynies des baies de Frobisher et de Cumberland (Smith et coll., 1979). Situées au sud-est de la terre de Baffin, ces deux polynies abritent aussi un nombre moyen d'ours blancs et des phoques annelés en quantités plus ou moins appréciables (Smith et coll., 1979; Stirling et coll., 1980); les morses les fréquentent en nombres variables tout au long de l'année. Relativement abondants en été et en automne, les phoques du Groenland y viennent aussi en petits groupes en hiver et au printemps (Anders et coll., 1967; MacLaren Marex Inc., 1979; Smith et coll., 1979). Les baleines boréales semblent se concentrer dans la polynie du détroit de Cumberland en automne, en hiver et au début du printemps (Brown, 1868; Anderson, 1934; Koski et Davis, 1979); quant aux épaulards, ils s'y trouvent communément en été (Kumlien, 1879). La polynie du détroit de Cumberland constitue également un important passage migratoire pour les bélugas qui, peu après la débâcle, se rendent jusqu'à leur aire d'alimentation à l'entrée du détroit (Anderson, 1934; Sergeant et Brodie, 1975). En hiver, la polynie de la baie de Frobisher constitue également une importante aire d'alimentation pour ces cétacés (MacLaren Marex Inc., 1979).

A l'occasion, la polynie du détroit de Cumberland reçoit la visite du narval, du phoque à capuchon et du phoque commun, mais ces deux dernières espèces, à l'instar de l'épaulard, sont inconnues dans la polynie de la baie de Frobisher (Kumlien, 1879; Soper, 1928; Anders et coll., 1967; MacLaren Marex Inc., 1979). Au printemps et en été, la baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) vient régulièrement près de la baie de Frobisher et de l'île de la Résolution (Lindsey, 1911; Mitchell et Kozicki, 1975).

5.9. Est et ouest de la baie d'Hudson
(Smith et Rigby, présente publication, fig. 1)

Le béluga, l'ours blanc, le phoque barbu et le phoque commun habitent toute l'année dans les environs du réseau de chenaux côtiers de l'ouest de la baie d'Hudson (Doan et Douglas, 1953; Sergeant, 1968; Mansfield et coll., 1975*b*; Stirling et coll., 1977*b*). On sait également que le béluga hiverne dans les chenaux permanents de la baie James (Jonkel, 1969). Quelques ours blancs chassent dans le réseau de chenaux qui longent le littoral ouest et est de la baie d'Hudson et hivernent parfois le long des eaux libres, à la limite des baies James et d'Hudson (Jonkel et coll., 1976). En été, les chenaux de l'ouest de la baie d'Hudson et des îles Belcher sont également importants pour l'alimentation d'un nombre indéterminé de phoques du Groenland (Sergeant, 1965; Mansfield, 1968 et 1970).

Les phoques annelés (Smith, 1975) et les morses qui vivent dans les chenaux côtiers du nord-ouest de la baie d'Hudson semblent beaucoup plus nombreux entre Eskimo-Point et le détroit de Roes Welcome qu'ailleurs dans les chenaux. Toutefois, des groupes de morses fréquentent aussi les chenaux côtiers qui entourent les îles Ottawa, Dormeuses et Belcher (Loughrey, 1959; Mansfield, 1958; McLaren, 1958). Par ailleurs, on a repéré des baleines boréales et des épaulards en petits nombres dans les chenaux côtiers de la baie d'Hudson (Low, 1906; Sergeant, 1968; Ross, 1974). Des groupes réduits de narvals et de phoques à capuchon visitent également la baie d'Hudson, mais on ignore s'ils utilisent beaucoup le réseau de chenaux (Mansfield, 1968; Sergeant, 1968; Mansfield et coll., 1975*a*; Mitchell et Reeves, 1980).

5.10. Est de la terre de Baffin
(Smith et Rigby, présente publication, fig. 1)

Les fjords de la côte est de la terre de Baffin abritent de très nombreux groupes de phoques annelés reproducteurs (McLaren, 1958; Smith, 1973). Comme en hiver les jeunes semblent se disperser plus loin au large (McLaren, 1958), le réseau de polynies qui forme des chenaux côtiers leur est probablement essentiel. Les phoques barbus sont également communs dans cette région; ils se reproduisent tout le long de la polynie ainsi que sur le pack, au large (Koski et Davis, 1979; Smith et coll., 1979).

En hiver et au printemps, les ours blancs chassent surtout sur la bande de glace fixée du littoral de la terre de Baffin. Sur la côte est, cette bande est passablement étroite par comparaison avec d'autres régions de l'Arctique (Stirling et coll., 1980; Smith, 1980). Par conséquent, les ours blancs chasseurs y sont particulièrement nombreux comme d'ailleurs sur la banquise qui flotte près du rivage.

Autrefois abondants dans le goulet de Scott, les morses montaient sur terre et mettaient bas à Padlei et dans trois îles de l'embouchure de la rivière Clyde (Degerbøl et Freuchen, 1935; Mansfield, 1958). De nos jours, ce n'est que sur l'île Padlei qu'ils forment une "importante population d'animaux reproducteurs" (Mansfield, 1958). Il est fort probable que les populations de morses autrefois abondantes ont été sérieusement décimées à l'époque des grandes chasses à la baleine; en outre, elles se sont probablement déplacées lorsque, plus récemment, les Inuit se sont rassemblés pour former des villages et qu'on a construit le réseau avancé de pré-alerte DEW. Dans l'ensemble, la côte est de la terre de Baffin n'abrite qu'un petit nombre de phoques communs; autrefois, cependant, cette espèce a peut-être été plus abondante dans les environs du détroit de Cumberland (Anders et coll., 1967; Mansfield, 1967*a*). Il semble que les chenaux côtiers de l'est de la terre de Baffin comptent peu pour les deux espèces de phoques.

Plusieurs espèces de mammifères marins empruntent les chenaux côtiers de l'est de la terre de Baffin pour se déplacer entre leurs territoires d'été et d'hiver. Ainsi, pour se rendre dans les détroits de Jones et de Lancaster, les phoques du Groenland passent surtout le long de la côte nord-est de la terre de Baffin, du moins au début de l'été (Koski et Davis, 1979); en automne, pour descendre du Haut-Arctique jusqu'à leur aire d'hivernage, bon nombre d'entre eux utilisent les mêmes chenaux (Koski et Davis, 1979). Toutefois, on n'indique nulle part la distance qu'ils parcourent le long de la côte. De récents relevés aériens ont confirmé que la plupart des narvals et des baleines boréales utilisent également le réseau de chenaux de l'est de la terre de Baffin pour leur migration d'automne, depuis le goulet de Pond jusqu'au détroit de Cumberland (Koski et Davis, 1979).

5.11. Sud de la terre de Baffin
(Stirling, présente publication, fig. 1)

Il n'y a que très peu de données sur la répartition et l'abondance des mammifères marins dans le détroit d'Hudson et les réseaux de chenaux côtiers du sud de la terre de Baffin. On sait cependant qu'au début de l'été les morses migrent vers l'ouest en longeant la côte sud du détroit d'Hudson (Degerbøl et Freuchen, 1935), tandis qu'au retour, en automne, ils longent la côte nord (Loughrey, 1959). Il semble que certains d'entre eux hivernent dans les eaux libres du détroit, là où on les chassait autrefois pendant toute l'année (Kemp, 1975). Par ailleurs, on sait qu'à l'occasion ils hivernent en nombres variables dans les eaux relativement libres des chenaux qui entourent les îles de Nottingham, de Salisbury, la baie du Nord et l'île centrale des Sauvages, d'octobre à mai; nous ne disposons cependant d'aucun détail à ce sujet (Mansfield, 1958).

Les phoques annelés se reproduisent sur la glace fixée dans les baies du sud de la terre de Baffin, tandis que les jeunes se concentrent probablement dans les chenaux côtiers en hiver et au printemps. Degerbøl et Freuchen (1935) pensent que les phoques annelés empruntent ces chenaux pour migrer entre leur aire d'été, située à l'extrémité ouest du détroit d'Hudson, et leur aire d'hivernage dans le détroit de White, au nord de l'île Big; cependant, nous n'avons aucune donnée plus récente à ce sujet. En hiver et au printemps, les ours blancs vivent également près des chenaux côtiers.

Au printemps et en automne, les bélugas passent par le réseau de chenaux du sud de la terre de Baffin; il est possible qu'un petit nombre d'entre eux y restent en hiver (Sergeant, 1973). Stephansson (1975) en a également vus un petit nombre dans les chenaux côtiers à l'ouest de Lake Harbour en janvier 1975.

On sait que des groupes plus ou moins importants de narvals, d'épaulards, de baleines boréales et de phoques du Groenland migrent par le détroit d'Hudson au printemps et en automne, mais on ignore dans quelle mesure ces espèces utilisent les chenaux côtiers (Low, 1906; Sutton et Hamilton, 1932; Mansfield, 1968; Sergeant, 1968; Banfield, 1974; Mansfield et coll., 1975*a*).

5.12. *Savsatts*

Savsatt est un mot danois qu'on utilise pour indiquer que des cétacés, habituellement des narvals ou des bélugas, se trouvent emprisonnés dans des nappes d'eaux libres, en automne ou en hiver. En effet, comme ces espèces aiment se nourrir dans les chenaux et les petites fissures de la glace, il leur arrive d'y demeurer assez longtemps, de sorte qu'avec l'englacement elles sont emprisonnées et finissent probablement par périr.

Le phénomène des *savsatts* semble accidentel. Les plus importants signalés jusqu'ici l'ont été au Groenland. Brown (1868) a vu un *savsatt* où plusieurs centaines de narvals et de bélugas étaient emprisonnés, tandis que Porsild (1918) signale que, dans la baie de Disko, au cours de l'hiver 1914–1915, les Groenlandais ont abattu environ 1 000 narvals et en ont laissés beaucoup d'autres sur place.

On a déjà vu des *savsatts* dans l'Arctique canadien mais beaucoup moins souvent qu'au Groenland peut-être à cause des migrations des narvals et des bélugas (Hay, 1980). Freeman (1968), Hay (1980) et Stirling (1980) ont signalé des cas dans les eaux canadiennes.

6. Importance des polynies pour les mammifères marins

Comme on l'a vu dans les parties précédentes, les mammifères utilisent beaucoup les polynies de l'Arctique canadien. Toutefois, il est difficile de déterminer exactement à quel point une polynie particulière peut être essentielle à la survie d'une population régionale car beaucoup de données font défaut. Cette lacune est due en grande partie à l'absence d'études; certaines recherches ont été effectuées, mais les résultats n'ont pas encore été analysés et publiés. On a également constaté que l'utilisation des polynies varie considérablement selon l'espèce de mammifère, la saison et la situation géographique.

On peut se représenter la situation en se demandant ce qu'il adviendrait si les polynies n'existaient pas. On ne peut évidemment expérimenter cela, mais l'observation des incidences des variations saisonnières naturelles est très instructive à cet égard. Ainsi, on a observé dans l'ouest de l'Arctique les conséquences du changement rapide de l'englacement sur la disponibilité des eaux libres et donc sur les populations de phoques et d'ours blancs (Stirling et coll., 1976 et 1977*b*). Il semblerait qu'à la suite du fort englacement observé en mer de Beaufort à l'hiver 1973–1974 et, à un degré moindre, à l'hiver 1974–1975, la population des phoques annelés et barbus ait chuté de moitié, tandis que leur productivité tombait d'environ 90%. Simultanément, le nombre et la productivité des ours blancs ont accusé une forte baisse, à la suite de la diminution de leurs proies. On pense que les changements de l'englacement ont affecté les phoques de deux façons. D'une part, comme la glace s'est comprimée et alourdie, l'entretien des trous de respiration est devenu beaucoup plus difficile pour les phoques. D'autre part, comme la glace était plus épaisse au printemps 1974, les chenaux et les fissures y étaient moins nombreux et la lumière solaire a pénétré moins profondément dans l'eau, ce qui a diminué la production primaire. Au mieux, il semble que la production primaire et secondaire de la mer de Beaufort soit assez faible et que la chaîne alimentaire reste relativement simple. Ainsi, des changements survenant aux niveaux trophiques inférieurs auraient des conséquences rapides et importantes sur les organismes des niveaux supérieurs. Dans le cas qui nous occupe, il semble bien que la formation d'une polynie au moment approprié et de façon récurrente soit essentielle à certains mammifères marins qui habitent dans l'Arctique toute l'année. Si, par exemple, les chenaux côtiers de l'ouest de l'Arctique ou de la baie d'Hudson cessaient de s'ouvrir en hiver et au printemps, les mammifères marins en souffriraient énormément. Par ailleurs, la disparition des polynies éliminerait probablement les populations locales qui y hivernent, comme le morse et le phoque barbu qu'on trouve dans la région des détroits Penny et de la Reine. Dans un proche avenir, il est peu probable que les polynies soient menacées par des changements physiques aussi importants; toutefois, certaines activités humaines pourraient avoir des conséquences tout aussi fâcheuses si elles perturbaient sur une grande échelle les polynies ou les organismes des niveaux trophiques inférieurs de la chaîne alimentaire qui s'y trouvent.

Il conviendrait d'établir dans quelles régions précises il serait opportun d'étudier à l'avenir les polynies et les mammifères marins. Il faudrait déterminer avant tout si c'est la seule présence d'un plan d'eau libre qui importe pour la survie des mammifères ou si la présence d'une polynie stimule aussi la productivité. Ces facteurs varient probablement d'une région à l'autre, mais certains signes, dans deux

régions au moins, nous portent à croire que les polynies sont biologiquement plus productives (et dès lors plus importantes comme aire d'alimentation) que les eaux adjacentes. Fraker (1979) a signalé que les bélugas et les baleines boréales qui hivernent dans la polynie du cap Bathurst continuent à s'y nourrir après la débâcle, même lorsque les glaces ne les empêchent plus de migrer. D'après lui, cette zone est enrichie par le brassage des eaux qui arrivent de la mer de Beaufort, du détroit du Prince-de-Galles, du détroit du Dolphin et Union et du fleuve Mackenzie. En outre, il a tenté de déterminer si l'exposition prolongée des eaux sombres de la polynie aux rayons solaires pourrait augmenter la production au niveau trophique primaire. Ces questions n'ont pas encore trouvé de réponse. Comme on l'a mentionné auparavant, les mammifères marins abondent aussi presque toute l'année dans l'est du détroit de Lancaster, près de l'extrémité sud-est de l'île Devon, et bien qu'on ait là aussi attribué la richesse biologique à l'effet stimulant du brassage des eaux, on n'a pas encore tenté de vérifier scientifiquement cette hypothèse.

La productivité d'une polynie dépend du rôle essentiel indéterminé mais possible de la bordure de glace qui l'entoure (Dunbar, presente publication). Selon les études récentes de Buckley et coll. (1979), le vent qui souffle de la glace vers l'eau peut créer un courant fuyant le rebord englacé qui produit un brassage localisé amenant un enrichissement en matières nutritives. Alexander et Cooney (1979) ont constaté que, dans la mer de Béring, la production primaire est maximale près de la lisière de glace juste avant la débâcle. Dunbar (présente publication) estime que l'étude de la lisière de glace est capitale. Du point de vue biologique, il est possible que la bordure de glace qui limite la polynie joue un rôle aussi important pour les mammifères marins que les eaux libres qu'elle renferme.

Des études plus précises du milieu physique et des espèces sont nécessaires pour déterminer quantitativement la répartition par âge et par sexe des espèces qui migrent, hivernent ou passent l'été et se nourrissent dans des secteurs particuliers. Quelle est l'importance d'une polynie pour la survie d'une population d'une espèce particulière? À quelle variation peut-on s'attendre d'une région à l'autre? Par exemple, la plupart des phoques annelés du sud-est de la terre de Baffin ou de l'ouest de l'Arctique se reproduisent dans les fjords profonds et dans les baies. Or, des relevés préliminaires dans les territoires de mise bas et des enregistrements sous-marins des cris des phoques annelés dans le Haut-Arctique indiquent que ces derniers sont peu nombreux dans les baies durant l'hiver, probablement parce que la couverture de neige ne convient pas à l'aménagement d'aires de repos et de mise bas (T.G. Smith et Stirling, données inédites). Par contre, ces aires seraient plus abondantes sur les bancs de neige qui se forment le long des crêtes de pression, dans les chenaux inter-insulaires (Smith et coll., 1979; T.G. Smith et Stirling, données inédites). Par conséquent, il se pourrait que la glace grossière qu'on trouve près des polynies du Haut-Arctique joue un rôle plus important qu'ailleurs pour les phoques annelés reproducteurs. De même, on ignore les effets que peut avoir une polynie sur les précipitations locales en hiver et dans quelle mesure ces effets pourraient favoriser ou non la reproduction chez le phoque annelé.

7. Dangers menaçant les mammifères marins des polynies

Les activités humaines font peser sur les mammifères marins qui fréquentent les polynies trois types de menaces: la pollution, les perturbations physiques et la chasse.

7.1. Pollution

La recherche du pétrole et du gaz et leur production éventuelle se pratiquent sur une très grande échelle dans l'Arctique canadien. Malgré les recherches considérables et les précautions prises lors des travaux, les risques d'éclatements et de déversements de pétrole sont très élevés. Comme le soulignent Milne et Herlinveaux (1979), "advenant un déversement de pétrole dans le Nord, nous serions incapables de le circonscrire et de nettoyer la nappe". Le forage et le transport du pétrole étant plus dangereux à cause de la glace, ces activités sont effectuées autant que possible dans les zones où l'eau est relativement dégagée, c'est-à-dire dans les polynies non linéaires et les chenaux côtiers. Les risques de déversements de pétrole sont beaucoup moins élevés dans ces zones mais un accident est toujours possible. En outre, il y a de fortes chances pour que les zones d'eau libre soient polluées par du pétrole, car bien qu'une certaine partie des hydrocarbures issus d'un éclatement s'étale en une mince couche sous le floe, elle peut aussi se concentrer dans les fissures, les chenaux et les polynies des environs (Pimlott et coll., 1976; Milne et Herlinveaux, 1979). La couche superficielle de pétrole de 2,5 mm ou plus qui se forme dans les chenaux au printemps et en été est due au froid ambiant et à la barrière que constituent les glaces environnantes (Milne, 1978). Il y a toujours des risques qu'un éclatement se poursuive sous la glace pendant l'hiver à la suite d'un accident survenu en automne.

Le pétrole menace les mammifères marins aussi bien directement qu'indirectement. Une étude des répercussions du pétrole sur les phoques annelés a donné lieu aux constatations suivantes: les phoques mis en contact direct avec le polluant peuvent avoir de graves lésions permanentes ou temporaires et ceux qui souffraient de malnutrition pouvaient mourir (Geraci et Smith, 1976). De plus, les bébés phoques englués avant d'être sevrés peuvent être gravement affectés (Geraci et Smith, 1976). Des études récentes de la toxicologie, de la pathologie et de la régulation thermique chez l'ours blanc mis en contact direct avec du pétrole brut montrent que ce mammifère souffre gravement du froid lorsque sa fourrure est engluée (Øritsland et coll., 1980) et comme il essaie de la nettoyer en la léchant, le pétrole cause aussi des dommages internes. L'étude n'est pas tout à fait terminée, mais elle montre déjà clairement que les déversements de pétrole menacent sérieusement les ours blancs.

On effectue aussi actuellement des études sur les incidences du pétrole sur les petits cétacés mais les résultats ne sont pas encore disponibles.

Les déversements de pétrole peuvent aussi nuire considérablement à certaines espèces d'invertébrés qui sont essentielles en fin de compte à la survie des mammifères marins. On a réalisé un certain nombre de tests de courte durée sur diverses espèces d'invertébrés marins pour évaluer la toxicité de concentrations de pétrole équivalentes à celles que l'on trouve dans le voisinage d'un déversement. Certaines espèces, du moins à court terme, meurent en grand nombre tandis que d'autres ne semblent pas touchées. Malheureusement, "on ignore les conséquences écologiques qu'aurait à long terme une moins grande diversité des espèces" (Percy, 1975). Outre la réduction des populations et de la diversité des invertébrés marins, on constate que ces

derniers accumulent les métaux lourds présents dans le pétrole: ces métaux peuvent alors se concentrer également chez les mammifères marins au point de devenir toxiques.

En 1975, Percy soulignait que, comme on a très peu étudié les déversements de pétrole dans l'Arctique, on manque de détails et de données portant sur de longues périodes pour en évaluer les incidences écologiques de façon réaliste. Depuis, on a effectué un certain nombre d'études sur des déversements expérimentaux, mais elles restent insuffisantes car elles portent sur des périodes trop courtes. Il n'existe aucune donnée sur la dispersion du pétrole et l'altération due aux agents atmosphériques dans les polynies, de même que sur les répercussions de ces phénomènes sur les mammifères marins. Par ailleurs, comme on a très peu de données de base sur les polynies comme telles, cela complique d'autant plus l'évaluation des incidences écologiques d'un déversement de pétrole. Néanmoins, il semble que le pétrole s'amasse autant, sinon plus, dans les polynies et dans les chenaux que dans les zones avoisinantes. Des données sommaires indiquent également que le pétrole peut avoir des effets néfastes sur les espèces avec lesquelles il entre en contact. Ainsi, dans une polynie abritant une espèce dont l'aire de répartition hivernale est restreinte, un éclatement ou un déversement de pétrole pourrait être particulièrement néfaste si la survie de cette espèce dépend de l'existence de polynies intactes.

7.2. Trafic maritime annuel

En 1977, Petro-Canada et ses associés proposaient de transporter en permanence le gaz naturel liquéfié (GNL) dans de gros navires-citernes brise-glaces depuis l'île de Melville jusque sur les marchés du sud. Il est possible que la Dome Petroleum fasse transporter du pétrole depuis la Mer de Beaufort jusqu'aux marchés de l'est par le passage du Nord-Ouest. On pense également transporter du minerai de la mine Arvik, sur l'île Little Cornwallis, par un itinéraire semblable, mais peut-être pas toute l'année; les bateaux suivraient la côte du Groenland et traverseraient la mer de Baffin et les détroits de Lancaster, de Barrow et du Vicomte-Melville, jusqu'au sud-est de l'île Melville. Comme une bonne proportion de cet itinéraire est complètement englacée pendant une grande partie de l'année, on utilisera le plus possible les polynies et les chenaux côtiers car le transport y sera plus rapide et les risques de dommages ou de déversement moins élevés.

Si un déversement de GNL prenait feu, l'accident n'aurait qu'un effet localisé; cependant, comme les bateaux transporteront plus de 10 000 tonnes de mazout, s'ils étaient sérieusement endommagés, le déversement qui en résulterait pourrait avoir des conséquences graves (Smiley et Milne, 1979).

La navigation crée une pollution sonore qui pourrait également perturber sérieusement les animaux. Bien qu'on ignore l'intensité du bruit que produit un brise-glace en mouvement, Møhl (1980) s'est penché sur ce problème et a effectué des extrapolations en se basant sur les valeurs mesurées à partir de croiseurs de la Deuxième Guerre mondiale. Les résultats obtenus indiquent que dans un rayon de 100 km du cargo, les animaux situés à plus de 100 m les uns des autres auraient de la difficulté à communiquer ou en seraient tout à fait incapables. Møhl croit en outre que le bruit peut aussi causer une surdité temporaire ou même permanente, ainsi qu'une nausée provoquée par les infra-sons. En hiver, pour échapper à ces perturbations, les espèces qui fréquentent les polynies pourraient avoir des difficultés au point de perdre la vie en essayant de s'en éloigner. Selon le Comité canadien des ressources de l'Arctique, 2 000 bateaux traverseront tous les ans le passage du Nord-Ouest. Si ces chiffres sont exacts, il y a de fortes chances que le bruit ait des répercussions néfastes sur les mammifères.

On connaît bien la tendance des narvals et des bélugas à pénétrer dans les chenaux étroits et les petites nappes d'eau libre, et la régularité avec laquelle ils s'y emprisonnent. Certains biologistes craignent qu'en hiver les baleines s'éloignent des polynies en suivant les brise-glaces et périssent emprisonnées dans des nappes d'eau isolées produites artificiellement par le passage d'un bateau.

7.3. Chasse

Depuis toujours, les autochtones qui vivent dans l'Arctique établissent leurs villages près des polynies; cela s'explique probablement par l'abondance des mammifères marins dans ces zones (Schledermann, 1980), ainsi que par leur vulnérabilité lorsqu'ils migrent ou viennent respirer dans les chenaux adjacents aux polynies.

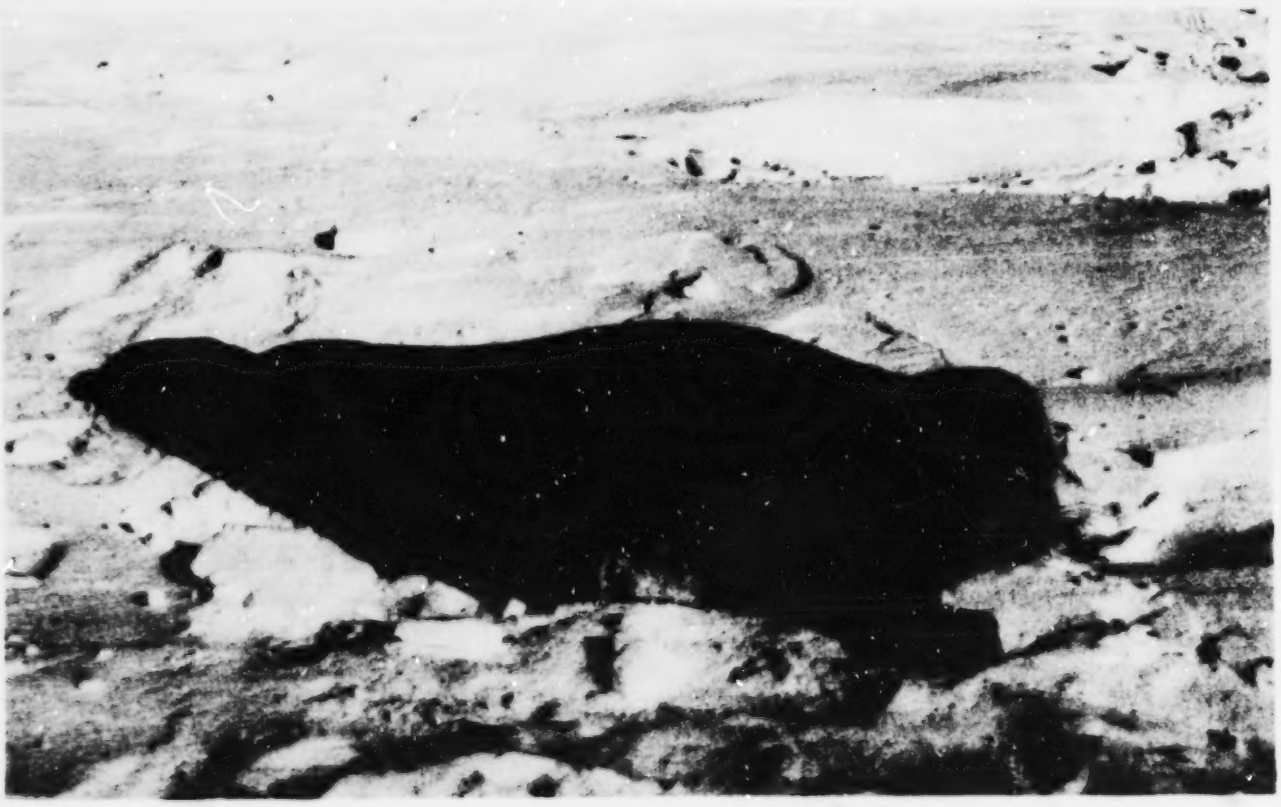
Récemment, le nombre des chasseurs Inuit a augmenté considérablement et le matériel de chasse s'est fortement perfectionné. Par conséquent, la chasse a sérieusement réduit certaines populations de mammifères marins et constitué parfois un gaspillage considérable, puisque certaines bêtes n'étaient abattues que pour leur ivoire (Land, 1977). Il est donc évident que, par son exploitation des mammifères marins des polynies, l'homme représente une menace aussi grave que les activités industrielles; néanmoins, il devrait être plus facile de lever cette menace en modifiant certains principes de gestion.

8. Remerciements

Nous voudrions exprimer notre gratitude au personnel des services gouvernementaux et du Programme du plateau continental polaire pour l'aide constante que ces personnes nous ont apportée pendant de nombreuses années. Nous remercions également les gens du Projet de la mer de Beaufort, du Projet de pipe-line des îles de l'Arctique et de l'Étude de l'environnement marin de l'Arctique de l'est: grâce à eux, nous avons pu faire un portrait comparatif de l'écologie des mammifères marins dans l'Arctique canadien.

Morses sur la lisière de glace de la petite polynie récurrente de l'île Dundas (photo: I. Stirling)

Phoque barbu sub-adulte près de la polynie du cap Bathurst (photo: I. Stirling)



9. Bibliographie

Alexander, V.; Cooney, R.T. 1979. The Bering Sea ice edge ecosystem. Final rep. to Nat. Oceanic and Atmos. Adm. Univ. of Alaska, Fairbanks.

Anders, G. 1965. Northern Foxe Basin: An area economic survey. Rapport inédit au Min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 139 pp.

Anders, G.; Haller, A.; Foote, D.; Cove, P. 1967. The east coast of Baffin Island: an area economic survey. A.E.S.R. 66/4. Rapport inédit au Min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 196 pp.

Anderson, R. M. 1934. Mammals of the eastern Arctic and Hudson Bay. Pages 67–108 *dans* Bethune, W.C. éd. Canada's eastern Arctic. Its history, resources, population and administration. Dep.Inter., Ottawa.

Anderson, R.M. 1937. Mammals and birds. Pages 97–123 *dans* Bethune, W.C. éd. Canada's western northland. Its history, resources, population and administration. Dep. Inter., Ottawa.

Banfield, A.W.F. 1974. The mammals of Canada. Univ. Toronto Press, Toronto. 438 pp.

Bissett, D. 1967. Resolute. An area economic survey. A.E.S.R. 67/1. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 175 pp.

Bradley, M. 1970. Ringed seal avoidance behaviour in response to Eskimo hunting in northern Foxe Basin. Univ. McGill, Montréal. Thèse de maîtrise. 113 pp.

Braham, H.; Krogman, B.; Leatherwood, S.; Marquette, W.; Rugh, D.; Pillman, M.; Johnson, J.; Carroll, G.; 1979. Rep. to the Int. Whaling Comm. 29:291–306.

Brown, R. 1868. Notes on the history and geographical relations of the Cetacea frequenting Davis Strait and Baffin's Bay. Proc. Zool. Soc., Londres. 35:533–556.

Buckley, J.R.; Gammelsrød, T.; Johannessen, J.A.; Johannessen, O.M.; Røed, L.P. 1979. Upwelling: oceanic structure at the edge of the arctic ice pack in winter. Science 203:165–167.

Burns, J.J. 1967. The Pacific bearded seal. Fed. Aid in Wildl. Restoration Proj. W-6-R and W-14-R. Alaska Dep. Fish and Game, Juneau. 66 pp. (dactylographiées).

Davis, R.A.; Finley, K.; Bradstreet, M.; Holdsworth, C.; McLaren, M. 1975. Studies of the numbers and distribution of birds and mammals in the Canadian Arctic–1974: a supplement. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 205 pp.

Davis, R.A.; Finley, K.J.; Richardson, W.R. 1980. The present status and future management of arctic marine mammals in Canada. Rapport de LGL Ltd. pour le Sci. Advis. Board of the Northwest Territ., Yellowknife. 93 pp.

Davis, R.A.; Koski, W.R.; Finley, K.J. 1978. Numbers and distributions of walruses in the central Canadian high arctic. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 50 pp.

Degerbøl, M.; Freuchen, P. 1935. Mammals. Report Fifth Thule Expedition, 1921–1924. Vol. 2 Nos 4–5, Copenhague. 278 pp.

DeMaster, D.P.; Kingsley, M.C.S.; Stirling, I. 1980 A multiple mark and recapture estimate applied to polar bears. Can. J. Zool. 58:633–638.

Doan, K.H.; Douglas, C.W. 1953. Beluga of the Churchill region of Hudson Bay. Fish. Res. Board Can. Bull. 98:1–27.

Dunbar, M.J. 1949. The Pinnipedia of the arctic and subarctic. Fish. Res. Board Can. Bull. 85:1–22.

Fay, F.H. 1957. History and present status of the Pacific walrus population. Trans. North Am. Wildl. Conf. 22:431–445.

Finley, K.J. 1976. Studies of the status of marine mammals in the central District of Franklin, N.W.T. June–August, 1975. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 183 pp.

Finley, K.J. 1979. Haul-out behaviour and densities of ringed seal *(Phoca hispida)* in the Barrow Strait area, N.W.T. Can. J. Zool. 57:1985–1997.

Finley, K.J.; Johnston, W.G. 1977. An investigation of the distribution of marine mammals in the vicinity of Somerset Island with emphasis on Bellot Strait, August–September, 1976. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet de gaz polaire. 91 pp.

Finley, K.J.; Renaud, W.E. 1980. Marine mammals inhabiting the Baffin Bay Northwater in winter. Arctic (sous presse).

Fiscus, C.H.; Marquette, W.M. 1975. National Marine Fisheries Service field studies relating to the bowhead whale harvest in Alaska, 1974. Nat. Mar. Fish. Serv., Seattle. Northwest Fish. Cent. Processed Rep. 23 pp.

Fraker, M.A. 1977. The 1976 white whale monitoring program, Mackenzie Estuary, N.W.T. Rapport inédit de F.F. Slaney and Co. Ltd. pour Imperial Oil Ltd. 76 pp.

Fraker, M.A. 1979. Spring migration of bowhead *(Balaena mysticetus)* and white whales *(Delphinapterus leucas)* in the Beaufort Sea. Can. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 859. 36 pp.

Fraker, M.A.; Sergeant, D.E.; Hoek, W. 1978. Bowhead and white whales in the southern Beaufort Sea. Min. des Pêch. et de l'Environn., Victoria (C.-B.). Beaufort Sea Tech. Rep. 4.

Freeman, M.M.R. 1968. Winter observations on beluga *(Delphinapterus leucas)* in Jones Sound, N.W.T. Can. Field-Nat. 82:276–286.

Geraci, J.R.; Smith, T.G. 1976. Direct and indirect effects of oil on ringed seals *(Phoca hispida)* of the Beaufort Sea. J. Fish. Res. Board Can. 33:1976–1984.

Harington, C.R. 1963. Biological observations on northeastern Devon Island. Polar Bear Proj. Spec. Rep. 5. 57 pp. (dactylographiées).

Harington, C.R. 1966. Extralimital occurrences of walruses in the Canadian Arctic. J. Mammal. 47:506–513.

Hay, K. 1980. The biology of the narwhal, *(Monodon monoceros)*. Thèse de doctorat. Univ. McGill, Montréal. 243 pp.

Johnson, S.R.; Renaud, W.E.; Richardson, W.J.; Davis, R.A.; Holdsworth, C.; Hollingdale, P.D. 1976. Aerial surveys of birds in eastern Lancaster Sound, 1976 (Vol. 1) and Append. A – distrib. maps (Vol. 2). Rapport inédit de LGL Ltd. pour Norlands Petroleum Ltd. 365 pp + 307 cartes.

Jonkel, C.J. 1969. White whales wintering in James Bay. J. Fish. Res. Board Can. 26:2205–2207.

Jonkel, C.; Smith, P.; Stirling, I.; Kolenosky, G.B. 1976. The present status of the polar bear in the James Bay and Belcher Islands area. Serv. Can. de la faune, publ. hors-série nº 26, 42 pp.

Kapel, F.O. 1975. Preliminary notes on the occurrence and exploitation of smaller Cetacea in Greenland. J. Fish. Res. Board Can. 32:1079–1082.

Kapel, F.O. 1977. Catch of belugas, narwhals and harbour porpoises in Greenland, 1954–77, by year, month and region. Rep. Int. Whaling Comm. 27:507–520.

Kemp, W.B. 1975. The harvest potential of Inuit camps. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 72 pp

Kiliaan, H.P.L.; Stirling, I. 1978. Observations on overwintering walruses in the eastern Canadian High Arctic. J. Mammal. 59:197–200.

Kiliaan, H.P.L.; Stirling, I.; Jonkel, C.J. 1978. Les ours blancs de la région du détroit de Jones et de la baie Norvégienne. Serv. can. de la Faune, cahier de biologie nº 88, 22 pp.

Kleinenberg, S.E.; Yablokov, A.V.; Bel'kovich, B.M.; Tarasevich, M.N. 1964. Beluga *(Delphinapterus leucas)* investigation of the species. Akad. Nauk SSSR, Inst. Morfol. Zhivotn. Im. A.N. Severtsova, Moscou. 450 pp. (Traduit en anglais, 1969, Israel Program for Sci. Transl. Jerusalem. 376 pp.).

Koski, W.R.; Davis, R.A. 1979. Distribution of marine mammals in northwest Baffin Bay and adjacent waters, May–October 1978. Rapport inédit de LGL Ltd. pour Petro-Canada, Calgary. 305 pp.

Kumlien, L. 1879. Contributions to the natural history of arctic America, made in connection with the Howgate Polar Expedition, 1877–78. U.S. Natl. Mus. Bull. 15. 179 pp.

Land, E.M. 1977. The narwhal and the walrus: a problem of ivory. Pages 79–81 *dans* T. Mosquin and C. Suchal (éd.). Canada's threatened species and habitats. Ottawa. Mai 1976.

Lindsey, D.M. 1911. A voyage to the arctic of the whaler Aurora. Dana Estes and Co., Boston, Mass. 223 pp.

Lønø, O. 1970. The polar bear (*Ursus maritimus* Phipps) in the Svalbard area. Nor. Polarinst. Skr. 149:103

Loughrey, A.G. 1959. Preliminary investigation of the Atlantic walrus *Odobenus rosmarus rosmarus* (Linnaeus). Serv. can. de la Faune, Bull. de gestion de la faune (Sér. 1) 14. 123 pp.

Low, A.P. 1906. The cruise of the Neptune, 1903–4. Report on the Dominion Government Expedition to Hudson Bay, and the arctic islands on board the D.G.S. Neptune, 1903–1904. Imprimerie du gouv. can., Ottawa. 355 pp.

MacFarlane, R. 1905. Notes on mammals collected and observed in the northern Mackenzie River district, Northwest Territories of Canada, with remarks on explorers and explorations of the far north. U.S. Natl. Mus., Proc. 28:673–764. (non consulté)

MacLaren Marex Inc., 1979. Report on aerial surveys of marine mammals and birds in southern Davis Strait and eastern Hudson Strait in March, 1978. Rapport inédit pour Esso Resour. Can. Ltd., Aquitaine Co. Can. Ltd. et Can. Cities Serv. Ltd. Arct. Pet. Oper. Assoc.

MacPherson, A.H. 1963. Faunal notes—1960–1961. Pages 221–230 *dans* Muller, F. ed. Prelim. Rep. 1961–1962. Axel Heiberg Res. Rep. Univ. McGill, Montréal.

Manning, T.H. 1943. Notes on the coastal district of the eastern barren grounds and Melville Peninsula from Igloolik to Cape Fullerton. Can. Geogr. 26:84–105

Mansfield, A.W. 1958. The biology of the Atlantic walrus *Odobenus rosmarus rosmarus* (Linnaeus) in the eastern Canadian Arctic. Fish. Res. Board Can. Manuscr. Rep. Ser. 653. 146 pp.

Mansfield, A.W. 1959. The walrus in the Canadian Arctic. Fish. Res. Board Can. Circ. 2. 13 pp.

Mansfield, A.W. 1967*a*. Distribution of the harbor seal, *Phoca vitulina Linnaeus*, in Canadian arctic waters. J. Mammal. 48:249–257.

Mansfield, A.W. 1967*b*. Seals of arctic and eastern Canada. Fish. Res. Board Can. Bull. 137. 35 pp.

Mansfield, A.W. 1968. Seals and walrus. Pages 378–387 in Beals, C.S. éd. Science, History and Hudson Bay. Vol 1. Imprimeur de la Reine, Ottawa.

Mansfield, A.W. 1970. Population dynamics and exploitation of some arctic seals. Pages 429–446 *dans* Holdgate, M.W. éd. Antarctic ecology. Vol. 1. Acad. Press.

Mansfield, A.W. 1971. Occurrence of the bowhead or Greenland right whale (*Balaena mysticetus*) in Canadian Arctic waters. J. Fish. Res. Board Can. 28:1873–1875.

Mansfield, A.W.; Smith, T.G.; Beck, B. 1975*a*. The narwhal, *Monodon monoceros*, in eastern Canadian waters. J. Fish. Res. Board Can. 32:1041–1046.

Mansfield, A.W.; Sergeant, D.E.; Smith, T.G. 1975*b*. Marine mammal research in the Canadian Arctic. Can. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 507. 23 pp. (dactylographiées).

McLaren, I. 1958. The biology of the ringed seal (*Phoca hispida* Schreber) in the eastern Canadian Arctic. Fish. Res. Board Can. Bull. 118. 97 pp.

Milne, A. 1978. Oil, ice and climate change. The Beaufort Sea and the search for oil. Min. des Pêches et Océans, Ottawa. 103 pp.

Milne, A.R.; Herlinveaux, R.H. 1979. Crude oil in cold water. The Beaufort Sea and the search for oil. Min. des Approv. et Serv., Ottawa. 119 pp.

Mitchell, E.D.; Kozicki, W.M. 1975. Autumn stranding of a northern bottlenose whale (*Hyperodon ampullatus*) in the Bay of Fundy, Nova Scotia. J. Fish. Res. Board Canada. 32:1019–1040.

Mitchell, E.; Reeves, R.R. 1980. Catch history and cumulative catch estimates of initial population size of Cetaceans in the eastern Canadian Arctic. Station de biol. arctique, Ste-Anne de Bellevue (Québec). 73 pp. (dactylographiées).

Møhl, B. 1980. Marine mammals and noise. Manuscrit inédit dont un résumé a été publié dans Arct. Seas Bull. (CARC) 2:août 1980.

Nettleship, D.N. 1974. Seabird colonies and distributions around Devon Island and vicinity. Arct. 27:95–103.

Nettleship, D.N.; Gaston, A.J. 1977. Identity, abundance and patterns of distribution of populations of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, N.W.T. Stud. on North. Seabirds Program. Serv. can. de la faune, rapport 50. Rapport inédit au Arct. Isl. Pipeline Program.

Øritsland, N.A.; Hurst, R.; Watts, P.D. 1980. Temperature effects of oil on polar bears. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 79 pp.

Parry, W.E. 1835. Three voyages for the discovery of the north-west passage from the Atlantic to the Pacific, and narrative of an attempt to reach the north pole. J. Murray, Londres.

Percy, J.A. 1975. Arctic marine ecosystems and oil pollution. Section II, pages 87–98 *dans* Proc. Circumpolar Conf. on North. Ecol., Cons. nat. de rech., Ottawa.

Pimlott, D.H.; Brown, D.; Sam, K.P. 1976. Oil Under the Ice. Can. Arct. Resourc. Comm., Ottawa. 178 pp.

Porsild, M.P. 1918. On "Savssats": a crowding of arctic animals at holes in the sea ice. Geogr. Rev. 6:215–228.

Radvanyi, A. 1960. Off-course migration of a northern fur seal. J. Mammal. 41:277.

Riewe, R.R. 1977. The utilization of wildlife in the Jones Sound region by the Grise Fiord Inuit. Pages 623–644 *dans* Bliss, L.C. éd. Truelove Lowland, Devon Islands, Canada: A high arctic ecosystem. Univ. Alberta Press, Edmonton.

Ross, W.G. 1974. Distribution, migration, and depletion of Bowhead whales in Hudson Bay, 1860 to 1915. Arct. and Alp. Res. 6:85–98.

Russell, R.H. 1975. The food habits of polar bears of James Bay and southwest Hudson Bay in summer and autumn. Arctic 28:117–129.

Schledermann, P. 1980. Polynyas and prehistoric settlement patterns. Arctic 33:292–302.

Sergeant, D.E. 1962. Biology and hunting of beluga or white whales in the Canadian Arctic. Fish. Res. Board Can. Circ. 8. 13 pp.

Sergeant, D.E. 1965. Migrations of harp seals *Pagophilus groenlandicus* (Erxleben) in the northwest Atlantic. J. Fish. Res. Board Can. 22:433–464.

Sergeant, D.E. 1968. Whales. Pages 388–396 *dans* Beals, C.S. éd. Science, history, and Hudson Bay. Vol. I. Imprimeur de la Reine, Ottawa.

Sergeant, D.E. 1973. Biology of white whales (*Delphinapterus leucas*) in western Hudson Bay. J. Fish. Res. Bd. Can. 30:1065–1090.

Sergeant, D.E. 1976. History and present status of populations of harp and hooded seals. Biol. Conserv. 10:95–118.

Sergeant, D.E.; Brodie, P.F. 1969. Body size in white whales, *Delphinapterus leucas*. J. Fish. Res. Board Can. 26:2561–2580.

Sergeant, D.E.; Brodie, P.F. 1975. Identity, abundance, and present status of populations of white whales, *Delphinapterus leucas*, in North America. J. Fish. Res. Board Can. 32:1047–1054.

Sergeant, D.E.; Hay, K. 1978. Narwhal and other sea mammals in northern Baffin Island: preliminary report 1977. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. ESCOM rep. A1–13. 6 pp.

Sergeant, D.E.; Hoek, W. 1974. Biology of bowhead *Balaena mysticetus* and white whale *Delphinapterus leucas* in the Beaufort Sea. Rapport préliminaire inédit au min. de l'Envir., projet de la mer de Beaufort, Victoria (C.-B.). Étude A4. 8 pp.

Smiley, B.D.; Milne, A.R. 1979. LNG transport in Parry Channel: possible environmental hazards. 47 Rapport inédit au min. des Pêch. et de l'Envir., Inst. des Sciences océan., Patricia Bay (C.-B.). 47 pp.

Smith, T.G. 1973. Censusing and estimating the size of ringed seal populations. Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. 427:1–26.

Smith, T.G. 1975. Ringed seals in James Bay and Hudson Bay: Population estimates and catch statistics. Arctic 28:170–182.

Smith, T.G. 1976. The icy birthplace of the ringed seal. Can. Geogr. 93:58–63.

Smith, T.G. 1977. The occurrence of a narwhal (*Monodon monoceros*) in Prince Albert Sound, western Victoria Island, Northwest Territ. Can. Field Nat. 91:299.

Smith, T.G. 1980. Polar bear predation of ringed and bearded seals in the landfast sea ice. Can. J. Zool. 58:2201–2209.

Smith, T.G.; Hammill, M.O. 1980. A survey of the breeding habitat of ringed seals and a study of their behavior during the spring haul-out period in southeastern Baffin Island. Fish. and Aquatic Sci. Tech. Rep. 1561. 47 pp.

Smith, T.G.; Hammill, M.H.; Doidge, D.W.; Cartier, T.; Sleno, G.A. 1979. Marine mammal studies in southeastern Baffin Island. Can. Manuscr. Rep. Fish and Aquatic Sci. 1552. 70 pp.

Smith, T.G.; Stirling, I. 1975. The breeding habitat of the ringed seal (*Phoca hispida*). The birth lair and associated structures. Can. J. Zool. 53:1297–1305.

Soper, J.D. 1928. A faunal investigation of southern Baffin Island. Natl. Mus. Can. Bull. 53.

Stephansson, S.E. (Éd.) 1975. What is the need? Rep. 1 of Federal-Territorial Study Group on the Status of Marine Mammal Resources in the Northwest Territories. Resource Manage. Branch. Fish. and Mar. Serv., Winnipeg. 33 pp.

Stirling, I. 1974*a*. An overwintering walrus in the Beaufort Sea. The Murrelet 55:40–41.

Stirling, I. 1974*b*. Midsummer observations on the behavior of wild polar bears (*Ursus maritimus*). Can. J. Zool. 52:1191–1198.

Stirling, I. 1977. Adaptations of Weddell and ringed seals to exploit the polar fast ice habitat in the absence or presence of surface predators. Pages 741–748 *dans* Adaptations within antarctic ecosystems. Proc. 3rd SCAR Symp. on Antarct. Biol. Gulf Pub. Co., Houston.

Stirling, I. 1980. The biological importance of polynyas in the Canadian Arctic. Arctic 33:303–315.

Stirling, I.; Andriashek, D.; Latour, P.; Calvert, W. 1975. The distribution and abundance of polar bears in the eastern Beaufort Sea. Rapport final inédit au min. de l'Envir., Projet de la mer de Beaufort, Victoria (C.-B.). 59 pp.

Stirling, I.; Archibald, W.R. 1977. Aspects of predation of seals by polar bears. J. Fish. Res. Board Can. 34:1126–1129.

Stirling, I.; Archibald, W.R.; DeMaster, D. 1977*a*. Distribution and abundance of seals in the eastern Beaufort Sea. J. Fish. Res. Board Can. 34:976–988.

Stirling, I.; Calvert, W.; Andriashek, D. 1980. Étude des populations d'ours blancs du sud-est de l'île Baffin. Serv. can. de la faune, Publication hors-série nº 44. 34 pp.

Stirling, I.; Jonkel, C.; Smith, P.; Robertson, R.; Cross, D. 1977*b*. The ecology of the polar bear (*Ursus maritimus*) along the western coast of Hudson Bay. Serv. can. de la faune, publication hors-série nº 33. 64 pp.

Stirling, I.; McEwan, E.H. 1975. The caloric value of whole ringed seals (*Phoca hispida*) in relation to polar bear (*Ursus maritimus*) ecology and hunting behavior. Can. J. Zool. 53:1021–1027.

Stirling, I.; Pearson, A.M.; Bunnell, F.L. 1976. Population ecology studies of polar and grizzly bears in northern Canada. North Am. Wildl. Conf. Trans. 41:421–430

Stirling, I.; Schweinsburg, R.E.; Calvert, W.; Kiliaan, H.P.L. 1978. Population ecology of the polar bear along the proposed Arctic Islands Gas Pipeline Route. Rapport final inédit au Serv. de gestion, min. de l'Envir., Edmonton (Alberta). A1–24. 93 pp.

Stirling, I.; Smith, T.G. 1977. Interrelationships of Arctic Ocean mammals in the sea ice habitat. Sect. II. pp. 129–136 Circumpolar Conf. on North. Ecol., Cons. nat. de rech., Ottawa.

Sutton, G.M.; Hamilton, W.J. Jr., 1932. The mammals of Southampton Island. Mem. of the Carnegie Mus. XII, Part II, Sect. 1. 111 pp.

Townsend, C.H. 1935. The distribution of certain whales as shown by logbook records of American whale ships. Zoologica 19:1–50.

Usher, P.J. 1966. Banks Island: an area economic survey 1965. A.E.S.R. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. 91 pp.

Usher, P.J. 1970. The Bankslanders: Economy and ecology of a frontier trapping community. Vol. 2. Economy and ecology. Northern Sci. Group. Rapport inédit au min. des Aff. ind. et du Nord. 169 pp.

Vibel, C. 1950. The marine mammals and the marine fauna in the Thule District (northwest Greenland) with observations on ice conditions in 1939–41. Meddelelser om Grønland 150:1-117.

Vibe, C. 1967. Arctic animals in relation to climatic fluctuations. Meddelelser om Grønland. 170:1–227.

Webb, R. Environmental Services Ltd., 1976. Sea mammal survey in Baffin Bay and Davis Strait. Sept. 1976. Rapport inédit à Shell Canada Resourc. Ltd. 34 pp.

Importance biologique des polynies pour les oiseaux de mer coloniaux de l'Arctique

par R.G.B. Brown et David N. Nettleship
SCF, Institut océanographique de Bedford, Darmouth (N.-É.) B2Y 4A2

1. Résumé

Les polynies, chenaux et autres étendues d'eau libre récurrentes sont importants pour les populations d'oiseaux de mer qui hivernent dans le Bas-Arctique canadien, c'est-à-dire le long du sud-est de l'île Baffin, dans le détroit d'Hudson et dans la baie d'Hudson. Les polynies situées à des latitudes plus élevées (au nord de 70 °N approximativement) ne sont fréquentées que par de petits nombres d'oiseaux qui hivernent et principalement par la Mouette rosée *(Rhodostethia rosea)* dans l'océan Arctique et le Guillemot noir *(Cepphus grylle)* plus au sud. La plus grande partie de la population d'oiseaux de mer du Grand Nord migre vers la polynie de l'ouest du Groenland ou plus loin vers le sud pour y hiverner. Les polynies récurrentes du Haut et du Bas-Arctique sont toutefois extrêmement importantes lors du retour des oiseaux au printemps. Les étendues d'eau libre permettent aux oiseaux d'arriver tôt dans les aires de reproduction; elles permettent également une apparition plus hâtive du zooplancton que dans les eaux avoisinantes recouvertes de glace. Il existe une relation très nette entre les aires de reproduction des espèces très coloniales d'oiseaux de mer et l'existence de polynies récurrentes dans l'Arctique, tant du coté de l'Amérique du Nord que du côté de l'Europe. Apparemment, sauf dans le cas d'une exception partielle (la colonie de Guillemots noirs de la pointe Skruis dans le détroit de Jones), il n'existe pas de colonies importantes d'oiseaux de mer qui ne sont pas adjacentes à des polynies récurrentes dans l'Arctique canadien. Aux endroits où il y a des polynies et où il n'y a pas de colonies importantes, les étendues d'eau libre sont soit trop petites, soit trop éloignées de la limite de la banquise flottante ou bien situées le long de côtes où il n'existe pas d'aires de nidification convenables aux oiseaux de mer qui se reproduisent sur les falaises.

2. Abstract

Recurring polynyas, leads, and other open-water areas are important to populations of seabirds wintering in the Canadian Low Arctic: along southeast Baffin Island, and in Hudson Strait and Hudson Bay. Polynyas at high latitudes, north of approximately 70°N, are used by only a small number of wintering birds, mainly Ross' Gulls *(Rhodostethia rosea)* in the Arctic Ocean and Black Guillemots *(Cepphus grylle)* farther south. The bulk of the high arctic seabird population moves to the west Greenland polynya or farther south to winter. However, recurring polynyas are extremely important in both the High and Low Arctic when the birds return in the spring. Open water gives the birds early access to the breeding site; it also allows an earlier zooplankton bloom than in adjacent, ice-covered waters. There is a clear association between the breeding locations of the highly colonial seabird species and the presence of recurring polynyas in both the North American and European Arctics. With one apparent exception (the Black Guillemot colony at Skruis Point, Jones Sound), there are no major seabird colonies in the Canadian Arctic that are not adjacent to recurring polynyas. Where polynyas occur and major colonies are absent these open-water areas are either too small or too distant from the floe edge, or they are adjacent to coasts lacking suitable nesting habitat for cliff-breeding seabirds.

3. Introduction

On dénombre trois principaux types de polynies récurrentes importantes pour les oiseaux de mer dans l'Arctique canadien: les étendues d'eau libres de glace toute l'année, les étendues qui peuvent geler pendant les périodes les plus froides de certains hivers mais qui sont les premières à dégeler au printemps et une étendue que nous avons nommée la polynie de l'ouest du Groenland. Cette dernière se situe le long de la côte ouest du Groeland et s'étend vers le nord jusqu'à 70°N environ (fig. 1). Quoiqu'il ne s'agisse pas d'une véritable polynie puisqu'elle communique avec la mer du Labrador au sud, nous l'avons étudiée en raison de sa très grande importance pour les oiseaux de mer.

Dans la discussion qui suit, nos commentaires sont basés sur le catalogue des polynies de l'Arctique canadien établi par Schledermann (1980), Stirling (1980), Dunbar (présente publication), et Rigby et Smith (présente publication), ainsi que sur des données complémentaires concernant la couverture de glace tirées de divers atlas des glaces (Anon. 1955, 1958; Swithinbank, 1960; Lindsay, 1975, 1977).

En général, la plupart des oiseaux de mer arctiques migrent rapidement vers le sud et s'éloignent des parages de leurs colonies dès la fin de la saison de reproduction. Après cet exode, la vitesse des migrations varie selon les espèces, mais les oiseaux continuent à se déplacer vers le sud à mesure que la glace d'hiver commence à se former. Pour les espèces qui ne quittent pas complètement l'Arctique, les polynies et les ouvertures temporaires dans la glace sont de toute évidence importantes puisque ce sont les seules étendues d'eau libre où elles peuvent se nourrir. Leur importance dépend probablement du fait qu'elles permettent aux oiseaux de se nourrir de la faune vivant sous la glace qui les entoure, et en particulier de morue arctique *(Boreogadus saida)* et d'amphipodes du genre *gammarus (Onesimus glacialis* et *Apherusa glacialis)* (Bradstreet, 1977; Bradstreet et Finley, 1977; Sekerak et

Richardson, 1978; Bradstreet, 1980; Dunbar, présente publication). Il est possible que cette faune que l'on trouve à la lisière de glace des plus grandes polynies soit particulièrement riche. Des remontées d'eau profonde provoquées par le vent peuvent se produire en bordure de la glace de dérive (Salomonsen, 1972; Buckley et coll., 1979) et peuvent entraîner des éléments nutritifs améliorant la productivité locale, sensiblement de la même manière que dans les zones côtières (par ex. Cushing, 1971). Les polynies sont également importantes comme aires d'alimentation au moment où les oiseaux de mer reviennent s'y reproduire au début du printemps. La disponibilité de nourriture est particulièrement cruciale à cette époque pour les femelles puisque leurs besoins énergétiques sont importants pour la production des oeufs. En conséquence, les oiseaux doivent disposer d'une source alimentaire située à proximité des aires de reproduction (par ex. Birkhead et Nettleship, 1981*a*; Gaston et Nettleship, 1981).

Les polynies peuvent également être importantes au printemps en permettant l'accès précoce aux aires de reproduction puisque les oiseaux de mer se montrent souvent peu disposés à survoler de grandes étendues de glace ininterrompue (Salomonsen, 1951; Belopol'skii, 1961; Uspenskii, 1958; Løvenskiold, 1963). En général, l'absence d'eau libre peut retarder considérablement l'arrivée de plusieurs espèces dans leurs colonies au printemps. Les années où la glace persiste, un grand nombre d'espèces d'oiseaux de mer se concentrent le long de la lisière du floe, au point d'eau libre le plus proche de la colonie, jusqu'à la débâcle. Le moment de la débâcle peut normalement varier de 3 à 4 semaines d'une année à l'autre et la saison de reproduction des oiseaux est assez flexible pour leur permettre de s'accommoder de cette variation. Des retards plus longs peuvent toutefois nuire à la reproduction (Salomonsen, 1951; Nettleship et coll., 1980). La plupart des colonies d'oiseaux de mer arctiques sont situées à proximité de polynies récurrentes prévisibles parce que cela présente clairement des avantages au niveau de la reproduction (voir sec. 5 et fig. 1). Stonehouse (1967) a signalé une relation semblable entre la répartition des polynies et les colonies de pingouins dans l'Antarctique.

La présence d'eau libre à proximité de la colonie au printemps peut en outre présenter l'avantage de tenir à l'écart du site les prédateurs terrestres et en particulier le renard arctique (*Alopex lagopus*). Les espèces les plus vulnérables sont celles qui nichent sur les îles au terrain plutôt plat ou sur les pentes, et non sur les falaises, comme le Mergule nain (*Alle alle*), le Guillemot noir (*Cepphus grylle*) et certaines mouettes et sternes.

Enfin, la présence d'une polynie à proximité d'une colonie au printemps peut avoir d'importantes incidences plus tard pendant l'été, longtemps après que toutes les autres glaces ont disparu. Dans l'Arctique, comme ailleurs, le phytoplancton est à la base de la chaîne trophique marine. L'épanouissement printanier ne peut commencer avant que la surface soit libre de glace et que le rayonnement solaire puisse pénétrer la colonne d'eau pour déclencher la photosynthèse. Par conséquent, l'épanouissement du phytoplancton dans l'Arctique commence d'abord dans les polynies et les autres étendues d'eau libre, tout comme l'apparition du zooplancton qui lui succède. Pavshtiks (1968) a constaté par exemple que dans le détroit de Davis le zooplancton apparaît en juillet dans la polynie de l'ouest du Groenland, en août dans le milieu du détroit et en septembre le long de la côte de la terre de Baffin bloquée par la glace. Chez la plupart des espèces d'oiseaux de mer qui se reproduisent dans l'Arctique canadien et au Groenland, les oeufs éclosent à la fin de juillet ou au début d'août (Salomonsen, 1951; Nettleship, 1977; Nettleship et coll., 1980; Birkhead et Nettleship, 1981*b*; Gaston et Nettleship, 1981). On suppose que cette éclosion correspond à la période pendant laquelle la nourriture est la plus abondante pour nourrir les jeunes (par ex. Lack, 1968). Les parents disposent ensuite d'une courte période pour élever les oisillons avant la fin de l'été arctique à la fin d'août ou au début de septembre. L'apparition du zooplancton en juillet leur laisserait de 4 à 6 semaines pour les élever, mais s'il apparaissait en août ou en septembre ce serait trop tard pour réussir à élever les petits pour la plupart des espèces d'oiseaux de mer. Cela est particulièrement crucial pour les espèces qui se nourrissent de poissons et des plus gros crustacés dont l'accroissement annuel des populations survient encore plus tard que chez le zooplancton que mangent ces espèces.

À différents moments de l'année, tous ces aspects de l'environnement de la polynie sont importants pour les oiseaux de mer comme le révèlent les exemples suivants.

4. Oiseaux de mer et polynies en hiver

Les recherches qui permettraient de déterminer dans quelle mesure les oiseaux de mer fréquentent les polynies en hiver ont été limitées par la nuit polaire et par les difficultés d'accès. L'obscurité peut également nuire à la recherche de nourriture par les oiseaux qui restent dans les polynies des hautes latitudes, quoique l'on sache peu de choses sur l'aptitude des oiseaux de mer nordiques à s'alimenter la nuit. Puisque de petits nombres d'oiseaux hivernent régulièrement sous les hautes latitudes, certaines espèces sont de toute évidence capables de se nourrir suffisamment pour satisfaire leurs besoins énergétiques vitaux. En général, toutefois, les oiseaux de mer ont virtuellement disparu du nord de la mer de Baffin et de la North Water à la fin de septembre (Salomonsen, 1951, 1967; Johnson et coll., 1976; Nettleship et Gaston, 1978; McLaren et Renaud, 1979; Nettleship et coll., 1980; R.G.B. Brown, données inédites). La rapidité de cet exode suggère que la North Water n'est pas une aire d'hivernage attrayante pour la plupart des oiseaux de mer de l'Arctique canadien.

Il n'y a que deux espèces dont les migrations diffèrent. Presque toute la population de Mouettes rosées (*Rhodostethia rosea*) se reproduit dans le nord-est de la Sibérie et migre vers l'est le long de la côte nord de l'Alaska en septembre et en octobre (Fisher et Lockley, 1954; Gabrielson et Lincoln, 1959; Løvenskiold, 1963; Divoky, 1976). La Mouette rosée hiverne apparemment dans l'océan Arctique où on suppose qu'elle s'alimente dans les chenaux temporaires qui s'ouvrent dans la glace ou dans les polynies s'il en existe à cet endroit.

Les résultats de baguages effectués à l'ouest du Groenland révèlent que les Guillemots noirs adultes se déplacent vers le sud, mais seulement sur des distances relativement courtes (Salomonsen, 1967). Par exemple, les oiseaux du district d'Upernavik se déplacent vers le sud jusqu'à Umanak, soit à environ 100 km; les oiseaux d'Umanak parcourent une distance comparable vers le sud pour atteindre Disko et Egedesminde, et il en est de même pour toute une série de déplacements de populations le long de la côte. On trouve régulièrement les oiseaux qui vivent le plus loin au nord dans les chenaux à la limite de la lisière de glace. À l'inverse, les oiseaux de l'année se dispersent *vers le nord* immédiatement après la première mue. On suppose que ce sont ces oiseaux qui ont été signalés en petits nombres pendant tout l'hiver dans les polynies et autres étendues d'eau libre de la région du détroit de Smith (fig. 1) (Hayes,

1867; MacMillan, 1918). On a également signalé à l'occasion la présence de Guillemots noirs en d'autres endroits dans le Haut-Arctique: Port Bowen et Point Fury (goulet du Prince-Régent/détroit de Lancaster) (Smith et Rigby, présente publication, fig. 6) pendant l'hiver 1824–1825 et en février 1833 respectivement (Ross, 1826; Ross, 1835); porte de l'Enfer et détroit de Cardigan (détroit de Jones) (Smith et Rigby, présente publication, fig. 10) en mars 1900 (Sverdrup, 1904); et aussi loin vers le nord qu'à proximité de Thank God Harbour (détroit de Robeson) en février et mars 1872 (Dabis, 1876), ainsi qu'ailleurs dans cette région en hiver (voir Feilden, 1877; Nares, 1878; Greely, 1888). Toutefois, malgré de fréquentes observations occasionnelles de petits nombres de Guillemots noirs, la plupart des oiseaux de mer du Haut-Arctique se déplacent vers le sud et hivernent en grands nombres le long des côtes libres de glace du sud-ouest du Groenland (Salomonsen, 1951, 1967; Renaud et Bradstreet, 1980).

Par contre, la polynie de l'ouest du Groenland est extrêmement importante comme l'indiquent clairement les parcours migratoires des diverses populations de Marmettes de Brünnich (*Uria lomvia*) (Tuck, 1961; Salomonsen, 1967; Gaston, 1980). Après la saison de reproduction, les marmettes du détroit de Lancaster et du nord-ouest du Groenland migrent immédiatement vers les eaux situées au large de la côte ouest du Groenland à la latitude approximative de 70°N. La plupart des oiseaux du Groenland et au moins certains des oiseaux du détroit de Lancaster se déplacent plus tard vers les eaux terre-neuviennes. Des oiseaux de l'Arctique européen (Svalbard, Novaya Zemlya et la côte mourmane) atteignent le sud-ouest du Groenland en novembre, sans doute après avoir longé la lisière de glace dans la mer du Groenland et le détroit du Danemark en provenance de leurs aires de reproduction situées au nord-est. Les oiseaux du détroit d'Hudson migrent directement vers la côte du Labrador et plus tard vers Terre-Neuve, mais certains d'entre eux au moins reviennent au printemps par l'ouest du Groenland.

Les résultats de baguages (Salomonsen, 1967) indiquent que l'ouest du Groenland constitue également une importante aire d'hivernage pour les Mergules nains de Svalbard et pour les populations de Grands cormorans (*Phalacrocorax carbo*), de Goélands à manteau noir (*Larus marinus*), de Goélands arctiques (*L.g. glaucoides*) et de Goélands bourgmestres (*L. hyperborrus*) de l'ouest du Groenland. On suppose que la polynie de l'ouest du Groenland est plus importante que les autres étendues d'eau libre situées plus au nord parce qu'elle est plus étendue et située plus au sud. De plus, étant donné qu'elle est ouverte à son extrémité sud, les oiseaux de mer des populations européennes peuvent y pénétrer plus tard pendant l'hiver.

À l'opposé du Haut-Arctique, de nombreuses observations se rapportent aux oiseaux de mer qui hivernent dans les polynies et les autres étendues d'eau libre du Bas-Arctique, depuis le sud-est de la terre de Baffin jusqu'au détroit d'Hudson, au bassin de Foxe et à la baie d'Hudson vers l'ouest. Plusieurs espèces restent tout l'hiver dans les polynies et les petites étendues d'eau libre parmi la glace de dérive du détroit et de la baie d'Hudson (Stirling, présente publication, fig. 1) et ne se déplacent vers le sud que lorsque des conditions météorologiques anormalement rigoureuses entraînent l'englacement (Sutton, 1932; Manning, 1949). Dans la région des îles Southampton et Coats, "...on peut trouver des Marmettes de Brünnich le long de la banquise flottante pendant tout l'hiver" et elles sont présentes en nombres appréciables pendant toute l'année partout où il y a de l'eau libre (Sutton, 1932). Low (1906) affirme simplement que les marmettes "restent dans les étendues d'eau libre de la baie d'Hudson pendant tout l'hiver" et Sutton (1932) signale

> qu'elles ne se déplacent pas très loin vers le sud pendant les mois les plus froids. Ce n'est que lorsque l'hiver est très rigoureux qu'elles doivent migrer vers le sud à la recherche d'étendues d'eau libre où elles peuvent se nourrir. Les Aivilikmuit savent bien que le détroit entre les îles Coats et Southampton ne gèle presque jamais, même lorsque le détroit Gelé situé au nord est bloqué par la glace.

Tuck (1961) signale que le détroit d'Hudson reste dégagé par les fortes marées et cite un rapport selon lequel "les marmettes ont été observées en très grands nombres à la limite de la banquise flottante cet hiver" au large de Lake Harbour en 1953.

Tout comme les marmettes, les Guillemots noirs hivernent également dans les étendues d'eau libre de la baie d'Hudson, du détroit d'Hudson et du bassin de Foxe (Smith et Rigby, présente publication, fig. 9). Ils sont abondants le long des lisières de glace de janvier à avril. À la limite de la banquise flottante près de la pointe Native, les Guillemots noirs "fourmillaient dans les étendues d'eau libre entre les fragments lâches de banquise flottante et ils étaient tellement nombreux qu'ils recouvraient presque totalement la surface de l'eau. Lorsque le soleil brillait, un grand nombre des oiseaux montaient sur la glace pour s'y chauffer le ventre" (Sutton, 1932). Chacun des 17 oiseaux recueillis au moment de cette observation était en bonne santé, présentait des réserves de graisse et avait l'estomac rempli de crustacés, ce qui constitue un indice révélateur de la quantité de nourriture disponible dans cette polynie.

Des Goélands bourgmestres hivernent également en nombres limités dans la région du détroit et de la baie d'Hudson. Leur présence a été signalée à la fin de l'automne, au milieu de l'hiver et au début du printemps dans les étendues d'eau libre, souvent parmi les Guillemots noirs et les quelques Marmettes de Brünnich. Les Mergules nains sont présents de manière irrégulière en hiver et on les trouve le plus souvent en petits nombres de la fin de septembre au mois de mars (Sutton, 1932). Plus au nord, près d'Igloolik, la plupart des espèces partent à la mi-septembre et l'on n'a observé que des Guillemots noirs à la limite de la banquise flottante pendant l'hiver 1955–1956 (Ellis et Evans, 1960). Les guillemots étaient également les seuls oiseaux présents près de la baie de Cumberland de la terre de Baffin pendant l'hiver 1877–1878 (Tyson, 1879).

Nous en concluons donc que les polynies, chenaux et autres étendues d'eau libre récurrentes de l'Arctique canadien sont des plus importants pour les populations d'oiseaux de mer qui hivernent dans les régions du Bas-Arctique du sud-est de la mer de Baffin, du détroit d'Hudson et de la baie d'Hudson. Les polynies des hautes latitudes, au nord de 70°N, ne sont fréquentées que par de petits nombres d'oiseaux et surtout par la Mouette rosée dans l'océan Arctique ainsi que par de petits nombres de Guillemots noirs plus au sud. Chez toutes les espèces, la plupart des oiseaux reproducteurs se déplacent vers la polynie de l'ouest du Groenland ou plus loin vers le sud pour y passer l'hiver.

Les polynies récurrentes du Haut et du Bas-Arctique deviennent toutefois cruciales au retour des oiseaux au printemps. On sait qu'il existe une relation entre l'arrivée des oiseaux de mer dans le Nord et l'apparition ou la présence de polynies et de petites étendues d'eau libre à proximité des aires de reproduction dans les régions arctiques du Canada et de l'Europe (Belopol'skii, 1961; Uspenskii, 1958;

Tuck, 1961; Bianki, 1967; Gaston et Nettleship, 1981). Johnson et coll. (1976) ont par exemple trouvé des Mergules nains en très grands nombres à la limite de la glace et parmi la glace de dérive lâche à l'entrée est du détroit de Lancaster (Smith et Rigby, présente publication, fig. 5) pendant la deuxième moitié du mois de mai 1976. Ces oiseaux se dirigeaient apparemment vers les grandes colonies du district de Thulé au nord-ouest du Groenland. Johnson et coll. ont estimé qu'il pouvait y avoir jusqu'à 1,5 million d'oiseaux. Un relevé effectué pendant la même période de l'année dans une région adjacente en 1978 a dénombré la présence d'au moins 6 millions d'oiseaux (McLaren et Renaud, 1979). Freuchen et Salomonsen (1958) ont estimé que la population de Mergules nains du district de Thulé était de l'ordre de 30 millions d'oiseaux. De toute évidence, une proportion importante de cette population fréquente chaque printemps la limite des glaces à l'entrée du détroit de Lancaster. Il se peut que toute la population de Mergules nains du district de Thulé soit éparpillée sur tout le périmètre de la North Water à cette époque de l'année ou bien qu'elle se trouve en bordure de la polynie de l'ouest du Groenland en route vers le nord pour atteindre la North Water. En effet, la North Water est de toute évidence une aire d'alimentation extrêmement importante pour les Mergules nains au début de la saison de reproduction.

5. Oiseaux de mer et polynies pendant la saison de reproduction

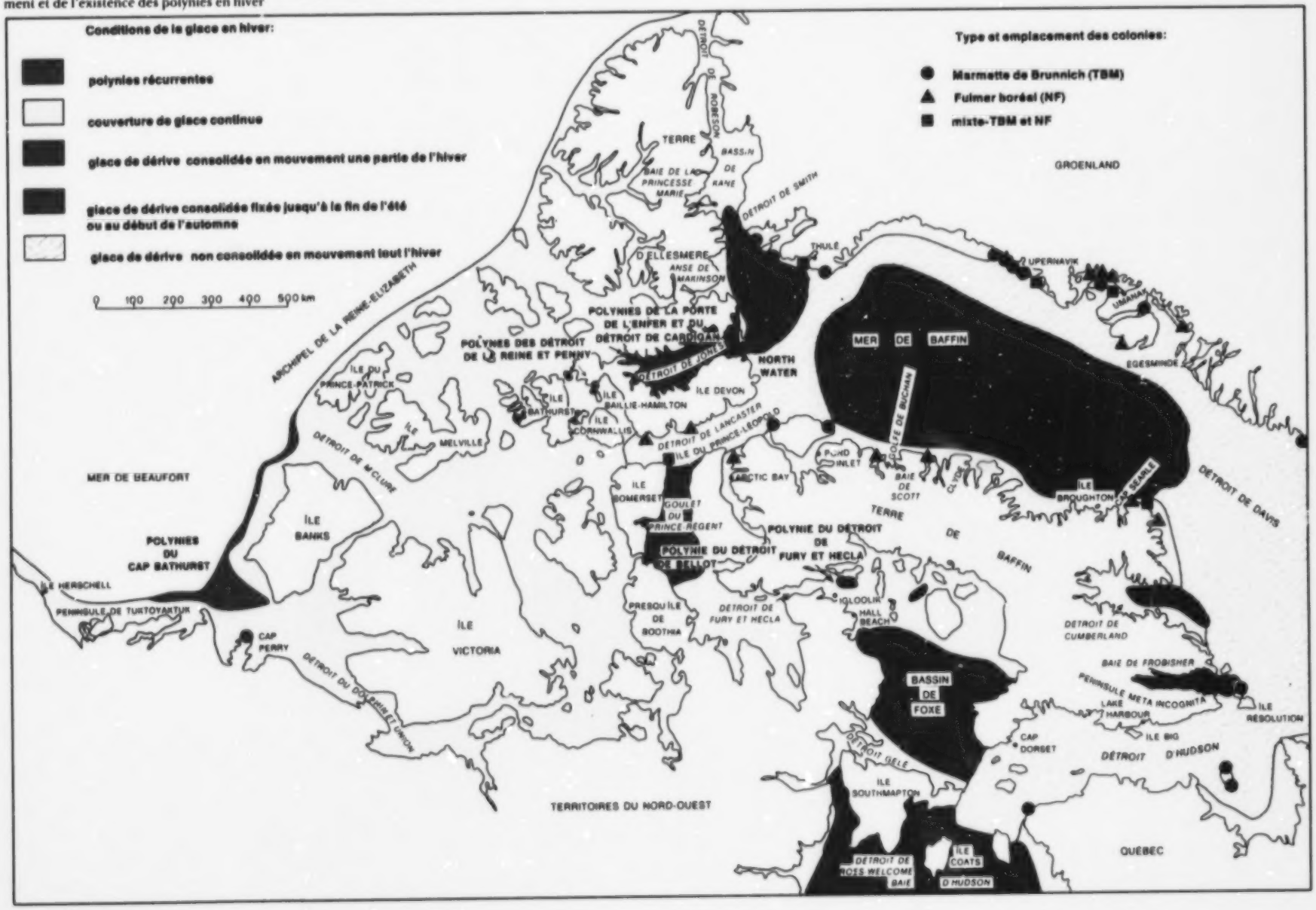
L'importance cruciale pour les oiseaux de mer de la présence d'étendues d'eau libre à proximité des aires de reproduction est illustrée lors des années anormales où il n'y a pas de débâcle. Pendant l'été 1978, par exemple, la polynie de l'extrémité est du détroit de Lancaster (Smith et Rigby, présente publication, fig. 5) n'est pas apparue. Il en est résulté une saison de reproduction désastreuse pour les oiseaux de mer (Nettleship et coll., 1980). Sur l'île du Prince-Léopold, seulement 10 à 20% des espèces qui s'alimentent à la surface, Fulmars boréals *(Fulmarus glacialis)*, Mouettes tridactyles *(Rissa tridactyla)* et Goélands bourgmestres, ont tenté de se reproduire. Les effectifs des deux espèces de plongeurs, Marmettes de Brünnich et Guillemots noirs, qui ont tenté de se reproduire étaient presque normaux, mais chez ces deux espèces la reproduction a commencé tard et il en est résulté des taux de mortalité élevés chez les oisillons avant et après la première mue. Les marmettes ont, par exemple, pondu trois semaines plus tard que d'habitude et les oeufs ainsi que les oisillons étaient plus petits tandis que l'alimentation des oisillons s'est effectuée au ralenti (Nettleship et coll., 1980). Ces trois observations sont des indices d'un approvisionnement réduit en nourriture attribuable à la présence de glace qui limitait la capture des proies ou qui empêchait l'épanouissement printanier du plancton. De même, Kartaschev (1960) a constaté un taux de reproduction réduit chez les Marmettes de Brünnich de la côte mourmane une année où la débâcle a été tardive. Salomonsen (1951) signale un cas analogue dans le district de Thulé où les Mergules nains ne se sont pas reproduits une année où il n'y a pas eu de débâcle et que les pentes sur lesquelles ils nichent sont restées couvertes de neige tout l'été.

D'une manière plus générale, il existe une excellente corrélation entre la situation des colonies arctiques d'oiseaux de mer et la présence de polynies récurrentes. La figure 1 illustre ce fait pour le Fulmar boréal et la Marmette de Brünnich. Toutes les colonies de ces deux espèces dans l'Arctique canadien et l'ouest du Groenland se trouvent sur des côtes adjacentes à des polynies récurrentes ou à des étendues d'eau recouvertes de glace de dérive non consolidée pendant l'hiver. Il existe toutefois une différence entre les deux espèces: les marmettes se reproduisent près des secteurs où il y a de l'eau libre au début de la saison, tandis que les fulmars semblent se reproduire dans des sites qu'ils peuvent atteindre en traversant la glace de dérive non consolidée et proches d'endroits où apparaîtront des polynies (comme au cap Vera près de la polynie de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan – Smith et Rigby, présente publication, fig. 10) ou d'importants chenaux côtiers (golfe de Buchan, goulet de Scott – Smith et Rigby, présente publication, fig. 4*a* et *b*) à mesure que la saison avance. Cette distinction peut refléter des différences au niveau de leurs besoins alimentaires plus tard pendant l'été au moment de l'éclosion des oeufs. Les marmettes se nourrissent de poisson tandis que les fulmars consomment du poisson et du zooplancton (Bradstreet, 1980; Gaston et Nettleship, 1981). Puisque l'accroissement annuel des populations de poissons survient après l'accroissement annuel du zooplancton, il est possible que les marmettes dépendent du cycle annuel du plancton qui débute plus tôt dans les étendues d'eau complètement libres de glace.

Cette différence au niveau du choix des aires de reproduction reflète probablement des différences au niveau des caractéristiques du vol. Les fulmars ont un vol plané économe d'énergie et le poids de leur corps est relativement faible par rapport à la surface de leurs ailes; les marmettes (ainsi que les Mergules nains et les Guillemots noirs) doivent battre des ailes et dépenser beaucoup d'énergie en vol (conséquence nécessaire de leur aptitude à plonger) et le poids de leur corps est relativement élevé par rapport à la surface de leurs ailes (Warham, 1977). Les deux espèces ont beaucoup de difficulté à décoller d'une surface plane, comme celle des fragments de banquise, ou de l'eau parsemée de glace de dérive. Considérant les distances réduites que peuvent parcourir les marmettes en raison de leur vol à tire d'aile, il semble évident qu'il est plus dangereux pour une marmette que pour un fulmar de tenter de survoler une étendue recouverte de glace de dérive non consolidée. Les mêmes considérations influent sur les distances (à partir des colonies) que les deux espèces peuvent parcourir à la recherche de nourriture. Les déplacements des fulmars restent néanmoins limités. La figure 1 indique qu'aucun de ces oiseaux ne se reproduit le long de la côte est de la terre de Baffin entre le goulet de Scott et le cap Searle en dépit de l'existence à cet endroit d'un habitat convenant apparemment à leur nidification. Il s'agit précisément de la section de côte le long de laquelle la glace de dérive est consolidée contre la glace fixée, de sorte qu'il n'existe aucun chenal côtier avant la fin de l'été ou le début de l'automne. Il existe toutefois, à cet endroit, des centaines de très petites colonies, généralement de 10 à 20 couples chacune, de Goélands bourgmestres et d'autres espèces de *Larus*. Ces colonies sont situées sur les pointes et les caps adjacents à de très petites étendues d'eau libre attribuables au ruissellement provenant de la fonte des champs de neige et de glace (D.N. Nettleship, données inédites).

On retrouve ailleurs une répartition analogue des espèces. La côte est du Groenland est bloquée par la glace à l'exception d'une polynie récurrente dans la baie de Scoresby et d'une région occupée par de la glace de dérive non consolidée au large de la terre du Roi Christian à l'extrême nord-est. La Marmette de Brünnich ne se reproduit que dans la baie de Scoresby et le Fulmar boréal se reproduit à cet endroit et sur la terre du Roi Christian, tandis que le Goéland bourgmestre se reproduit le long de toute la côte (Salomonsen, 1979). Une fois de plus, on ne trouve aucune

Figure 1
Répartition des colonies de Marmettes de Brünnich et de Fulmars boréals dans l'Arctique canadien et l'ouest du Groenland en fonction de l'englacement et de l'existence des polynies en hiver



colonie de fulmars à l'ouest de l'île Devon dans la zone où la couverture de glace est consolidée en hiver (fig. 1). Il existe toutefois trois petites colonies de Mouettes tridactyles: à la pointe Washington (île Baillie-Hamilton), à la pointe Séparation (est de l'île Cornwallis) et à l'île Browne (Nettleship, 1974; Brown et coll., 1975). La première est adjacente aux polynies du détroit de la Reine (Smith et Rigby, présente publication, fig. 11) alors que les atlas des glaces (Anon., 1955, 1958; Swithinbank, 1960; Lindsay, 1975, 1977) indiquent que les deux autres peuvent se situer à proximité de polynies côtières récurrentes.

De toute évidence, les goélands peuvent exploiter des polynies que les fulmars et les marmettes ne peuvent atteindre. Les goélands, tout comme les fulmars, ont un vol économe d'énergie, mais à l'opposé des fulmars ils n'éprouvent pas de difficulté à décoller d'étendues planes ou de superficie limitée. Leur plus grande agilité leur permet non seulement des traversées moins dangereuses des étendues de glace de dérive consolidée, mais ils peuvent aussi exploiter de très petites étendues d'eau libre dans les zones de glace consolidée comme les petites polynies à l'ouest de l'île Devon (Smith et Rigby, présente publication, fig. 11) ou les petites étendues d'eau libre situées le long de la côte centrale de la terre de Baffin.

Enfin, la figure 1 indique qu'il n'existe qu'une seule petite colonie de Marmettes de Brünnich, composée d'environ 300 couples, dans l'ouest de l'Arctique canadien au cap Parry. Cette colonie est près de la grande polynie du cap Bathurst (Smith et Rigby, présente publication, fig. 14 et 15). T.W. Barry (cité par Stirling, 1980) a suggéré que, jusqu'à récemment, cette polynie était située plus près du cap Parry. Si le déplacement apparent de cette polynie est confirmé, il sera intéressant de voir quel effet il en résultera sur cette petite population isolée de marmettes, considérant les limites de vol de cette espèce que nous avons déjà soulignées.

La zone de reproduction du Mergule nain illustre également l'importance des polynies pour les oiseaux de mer du Haut-Arctique. Dans tout l'Arctique, toutes les principales colonies de Mergules nains sont situées près d'étendues d'eau qui ne gèlent jamais complètement (district de Thulé, Spitzberg occidental, Jan Mayen, ainsi que les colonies mineures à l'ouest du Groenland, à l'île Bear et au nord de l'Islande) ou qui sont plus ou moins libres de glace au moment de l'éclosion des oeufs en juillet (baie de Scoresby, nord de Novaya Zemlya, archipel François-Joseph, Severnaya Zemlya) (Salomonsen, 1951; Fisher et Lockley, 1954; Salomonsen, 1967; Dementʹev et Gladkov, 1968; Norderhaug et coll., 1977. Voir également Anon., 1958). La répartition de la Mouette blanche (*Pagophila eburnea*) au Canada illustre la même chose sur une plus petite échelle. On lui connaît trois aires de reproduction: l'île Seymour au nord de l'île Bathurst (Nettleship et Smith, 1975; MacDonald, 1976); les nunataks de la calotte glacière au sud-est de la terre d'Ellesmere (Frisch et Morgan, 1979); et la baie de la Princesse-Marie de la presqu'île Bache à l'est de la terre d'Ellesmere (R. Burton, comm. pers.). Toutes ces aires de reproduction sont situées près de petites polynies. L'île Seymour se trouve au milieu d'une polynie. Le site est plat et les renards arctiques causent de sérieux dégâts à la colonie si la polynie se forme tard au printemps parce qu'ils peuvent l'atteindre en traversant l'étendue gelée. Les colonies des nunataks d'Ellesmere et de la baie de la Princesse-Marie sont respectivement situées à proximité des polynies de l'anse de Makinson et de la baie de Flagler (Stirling, présente publication, fig. 1). Les deux emplacements sont également situés près de la North Water. Enfin, la très petite colonie de Mouettes rosées du détroit Penny (Smith et Rigby, présente publication, fig. 11) est adjacente à la polynie que l'on trouve à cet endroit, sans toutefois y être située à l'intérieur, ce qui fait que les nids sont souvent ravagés par les ours blancs (*Ursus maritimus*) (MacDonald, 1979 et comm. pers.).

Nous ne connaissons qu'une seule colonie importante d'oiseaux de mer qui n'est peut-être pas associée à une polynie dans l'Arctique canadien. Le Guillemot noir est normalement une espèce peu coloniale, quoiqu'il en existe des colonies exceptionnellement importantes à l'extrémité ouest du détroit de Jones: 2 à 3 000 couples sur l'île Kent Nord, environ 5 000 couples sur l'île Calf et environ 10 000 couples (la plus grande colonie en Amérique du Nord) à la pointe Skruis (Nettleship, 1974; Brown et coll., 1975). Les deux premières de ces colonies sont situées dans la polynie de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan (Smith et Rigby, présente publication, fig. 10). Celle de la pointe Skruis est toutefois entourée de glace de dérive consolidée jusqu'au début d'août; jusqu'à cette époque, l'étendue d'eau libre la plus proche est la polynie de la porte de l'Enfer et du détroit de Cardigan qui est située à environ 50 km (Lindsay, 1975, 1977). Les limites du vol des alcidés suggèrent qu'il est peu vraisemblable que les oiseaux puissent se rendre à cette polynie pour s'y nourrir. D'autre part, une colonie de plongeurs d'une telle importance pourrait difficilement survivre sans avoir accès à une nappe d'eau libre relativement étendue. Cette anomalie apparente mérite d'être étudiée de façon plus approfondie.

À cette seule exception près, toutes les colonies importantes d'oiseaux de mer sont donc situées à proximité de polynies récurrentes. Toutefois, plusieurs des polynies énumérées par Schledermann (1980) et Stirling (1980) (voir également la fig. 1) ne semblent pas associées à d'importantes colonies d'oiseaux de mer. La baie de Cumberland constitue l'exemple le plus frappant. Toutefois, les falaises de la côte et des îles de la baie ne recèlent pas de corniches convenant à la nidification des oiseaux. Les rives du bassin de Foxe (Smith et Rigby, présente publication, fig. 9) et des détroits de Fury et Hecla, du Dolphin et Union, de Roes Welcome et de Bellot (Smith et Rigby, présente publication, fig. 7) sont trop basses pour les oiseaux qui nichent sur les falaises. Le même commentaire s'applique à la baie de Frobisher quoiqu'une colonie soit associée à cette polynie au large: la colonie de Marmettes de Brünnich de l'île "Hantzsch" (61°55'N, 65°00'O) qui appartient au groupe de l'île Resolution. Nous ne disposons d'aucun renseignement sur les petites polynies d'Alexander et de Karluk Brooman. Il est très vraisemblable qu'il existe en fait de petites colonies de Sternes arctiques (*Sterna paradisaea*), de Guillemots noirs et de goélands (*Larus*) qui se reproduisent à ces endroits: les espèces qui nichent en terrain plat et sont largement réparties dans l'Arctique (par ex. Ellis et Evans, 1960; Godfrey, 1966). À l'exception de celle du détroit de Cumberland, ces polynies sont toutefois situées à des distances considérables des côtes où l'on trouve un habitat convenable à la nidification des oiseaux de mer coloniaux qui se reproduisent sur les falaises. Même si les polynies sont productives, il serait peu avantageux pour les oiseaux de mer qui ne sont pas en période de reproduction de faire un détour considérable pour s'y nourrir alors qu'il existe des polynies convenables beaucoup plus près des aires de reproduction.

6. Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement R. Burton et S.D. MacDonald de nous avoir aimablement fourni des renseignements inédits respectivement sur la Mouette blanche et la Mouette rosée, ainsi que A.J. Erskine et I. Stirling pour leurs commentaires utiles concernant l'ébauche de la présente étude. Cette recherche est associée au programme "Études des oiseaux de mer du Nord" administré par l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer, SCF, Environnement Canada (Rapport nº 103).

7. Bibliographie

Anon. 1955. Ice atlas of the northern hemisphere. U.S. Navy Hydrogr. Off. Washington, D.C. 105 pp.

Anon. 1958. Oceanographic atlas of the polar seas, Part II. Arctic. U.S. Navy Hydrogr. Off. Washington, D.C. 149 pp.

Belopol'skii, L.O. 1961. Ecology of sea colony birds of the Barents Sea. Israel Program for Sci. Transl. Jérusalem. 346 pp.

Bianki, V.V. 1967. Gulls, shorebirds and alcids of Kandalaksha Bay. Proc. Kandalaksha State Reserv. Nº 6. 250 pp.

Birkhead, T.R.; Nettleship, D.N. 1981a. Reproductive strategies in Thick-billed Murres *Uria lomvia L.*: the effect of egg size and laying date on reproductive success. Ecology (sous presse).

Birkhead, T.R.; Nettleship, D.N. 1981b. Reproductive biology of Thick-billed Murres *Uria lomvia*: an inter-colony comparison. Auk 98:258–269.

Bradstreet, M.S.W. 1977. Feeding ecology of seabirds along fast-ice edges in Wellington Channel and Resolute Passage, N.W.T. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet du gaz polaire. 149 pp.

Bradstreet, M.S.W. 1980. Thick-billed murres and black guillemots in the Barrow Strait area, N.W.T., during spring: diets and food availability along ice edges. Can. J. Zool. 58:2120–2140.

Bradstreet, M.S.W.; Finley, K.J. 1977. Distribution of birds and marine animals along fast-ice edges in Barrow Strait, N.W.T. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet du gaz polaire. 315 pp.

Brown, R.G.B.; Nettleship, D.N.; Germain, P.; Tull, C.E. et Davis, T. 1975. Atlas of eastern Canadian seabirds. Service canadien de la faune, Ottawa. 220 pp.

Buckley, J.R.; Gammelsrød, T.; Johannessen, J.A.; Johannessen, O.M.; Reed, L.P. 1979. Upwelling: oceanographic structure of the edge of the arctic ice pack in winter. Science 203:165–176.

Cushing, D.H. 1971. Upwelling and the production of fish. Adv. Mar. Biol. 9:255–334.

Davis, C.H. 1876. Narrative of the North Polar Expedition, U.S. Ship Polaris, Capt. Chas. Francis Hall commanding. U.S. Polaris, Capt. Chas Francis Hall commanding. U.S. Gov. Print. Off., Washington. 696 pp.

Dementʹev, G.P.; Gladkov, N.A. 1968. The birds of the Soviet Union, Vol. II. Israel Programm for Sci. Transl. Jérusalem. 533 pp.

Divoky, G.J. 1976. The pelagic feeding habits of Ivory and Ross' Gulls. Condor 78:85–90.

Ellis, D.V.; Evans, J. 1960. Comments on the distribution and migration of birds in Foxe Basin, Northwest Territories. Can. Field-Nat. 74:59–70.

Feilden, H.W. 1877. List of birds observed in Smith Sound and in the Polar Basin during the Arctic Expedition of 1875–76. Ibis 1 (4th Ser.): 401–412.

Fisher, J.; Lockley, R.M. 1954. Sea Birds. Collins, Londres 320 pp.

Freuchen, P., Salomonsen, F. 1958. The Arctic Year. G.P. Putnam's Sons, New York. 440 pp.

Frith, T.; Morgan, W.C. 1979. Ivory Gull colonies in southeastern Ellesmere Island, Arctic Canada. Can. Field-Nat. 93:173–174.

Grabrielson, I.N.; Lincoln, F.C. 1959. Birds of Alaska. Wildlife Manage. Inst., Washington, D.C. 922 pp.

Gaston, A.J. 1980. Populations, deplacements et aires d'hivernage des Marmettes de Brünnich (*Uria lomvia*) dans l'est du Canada. Serv. can. de la faune, cahier de biologie nº 110, 10 pp.

Gaston, A.J.; Nettleship, D.N. 1981. The Thick-billed Murres of Prince Leopold Island — a study of the breeding ecology of a colonial high arctic seabird. Serv. can. de la faune, Monographie nº 6, Ottawa (sous presse).

Godfrey, W.E. 1966. Les oiseaux du Canada. Musée national du Canada. Bulletin nº 203. 428 pp.

Greely, A.W. 1888. Report on the Proceedings of the United States Expedition to Lady Franklin Bay, Grinnell Land. Vol. II. Gov. Print. Off., Washington. 738 pp.

Hayes, I.I. 1867. The open polar sea. Hurd and Houghton, New York. 454 pp.

Johnson, S.R.; Renaud, W.E.; Richardson, W.J.; Davis, R.A.; Holdsworth, C.; Hollingdale, P.D. 1976. Aerial surveys of birds in eastern Lancaster Sound. Rapport inédit de LGL Ltd. pour Norlands Pet. 365 pp.

Kartaschev, N.S. 1960. Die Alkenvogel des Nordatlantiks. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt. 154 pp.

Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen Co. Ltd., Londres. 409 pp.

Lindsay, D.G. 1975. Sea ice atlas of arctic Canada 1961–1968. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa. 213 pp.

Lindsay, D.G. 1977. Sea ice atlas of arctic Canada, 1969–1974. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa. 219 pp.

Løvenskiold, H.L. 1964. Avifauna Svalbardensis. Nor. Polarinst. Skr. 121, Oslo. 460 pp.

Low, A.P. 1906. The cruise of the Neptune, 1903–4. Report on the Dominion Government Expedition to Hudson Bay, and the arctic islands on board the D.G.S. Neptune, 1903–1904. Imprimerie du gouv. can., Ottawa. 355 pp.

MacDonald, S.D. 1976. Phantoms of the polar pack ice. Audubon 78:2–19.

MacDonald, S.D. 1979. First Breeding record of Ross' Gull in Canada. Conf. Colonial Waterbird Group Proc. 1978:16.

MacMillan, D.B. 1918. Four years in the white north. Harper & Brothers Publ., New York et Londres. 426 pp.

Manning, T.H. 1949. The birds of North-western Ungava. Pages 153–224 *dans* Manning, T., éd. A Summer on Hudson Bay. Hodder and Stoughton Ltd., Londres. 224 pp.

McLaren, P.L. et Renaud, W.E. 1979. Distribution of sea-associated birds in northwest Baffin Bay and adjacent waters, May–October 1978. Rapport inédit de LGL Ltd. pour Petro-Canada. 323 pp.

Nares, G.S. 1878. Narrative of a voyage to the polar sea during 1875–6 in H.M. ships 'Alert' and 'Discovery'. Lowe, Marston, Searle Rivington, Londres. Vol. 2. 378 pp.

Nettleship, D.N. 1974. Seabird colonies and distributions around Devon Island and vicinity. Arctic 27:95–103.

Nettleship, D.N. 1977. Études sur les oiseaux de mer de l'île du Prince-Léopold et de ses parages, aux Territoires du Nord-Ouest. Rapport provisoire des recherches de biologie menées en 1975. Serv. can. de la faune, cahier de biologie nº 73. 12 pp.

Nettleship, D.N.; Birkhead, T.R.; Gaston, A.J. 1980. Reproductive failure among arctic seabirds associated with unusual ice conditions in Lancaster Sound, 1978. Serv. can. de la faune. Rapport manuscrit nº 77. 13 pp.

Nettleship, D.N.; Gaston, A.J. 1978. Patterns of pelagic distribution of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, Northwest Territories, in August and September 1976. Serv. can. de la faune, publication hors-série nº 39. 40 pp.

Nettleship, D.N.; Smith, P.A. 1975. Ecological sites in northern Canada. Can. Comm. Int. Biol. Programme Conserv. Terr. — Panel 9, Ottawa. 330 pp.

Norderhaug, M.; Brun, E.; Møller, G.U. 1977. Barentshavets sjøfuglressurser. Nor. Polarinstl. Oslo. 119 pp.

Pavshtiks, E.A. 1968. The influence of currents upon seasonal fluctuations in the plankton of the Davis Strait. Sarsia 34:383–392.

Renaud, W.E.; Bradstreet, M.S.W. 1980. Late winter distribution of Black Guillemots in northern Baffin Bay and the Canadian High Arctic. Can. Field-Nat. 94:421–425.

Ross, J. 1835. Appendix to the narrative of a second voyage in search of a north-west passage, and of a residence in the arctic regions during the years 1829, 1830, 1831, 1832, 1833. A.W. Webster, Londres. 328 pp.

Ross, J.C. 1826. Zoology. Pages 165–195 *dans* Parry, W.E., éd. Journal of a third voyage for the discovery of a north-west passage from the Atlantic to the Pacific, performed in the years 1824–25, in H.M. ships 'Hecla' and 'Fury'. H.C. Carey and I. Lea, Philadelphie. 232 pp.

Salomonsen, F. 1951. Grønlands Fugle. Ejnar Munksgaard, Copenhague. 604 pp.

Salomonsen, F. 1967. Fuglene pa Grønland. Rhodos, Copenhague. 340 pp.

Salomonsen, F. 1972. Zoogeographical and ecological problems in Arctic birds. Proc. 15th Int. Ornithol. Congr. 25–77.

Salomonsen, F. 1979. Ornithological and ecological studies in S.W. Greenland (59°46'–62°27'N. Lat.). Meddelelser om Grønland 204:1–214.

Schledermann, P. 1980. Polynyas and prehistoric settlement patterns. Arctic 33:292–302.

Sekerak, A.; Richardson, J. 1978. Studies of the ecology of fast-ice edges in the high Arctic. Rapport inédit de LGL Ltd. pour le Projet du gaz polaire. 92 pp.

Stirling, I. 1980. The biological importance of polynyas in the Canadian Arctic. Arctic 33:303–315.

Stonehouse, B. 1967. Occurrence and effects of open water in McMurdo Sound, Antarctica, during winter and early spring. Polar res. 13:775–778.

Sutton, G.M. 1932. The exploration of Southampton Island, Hudson Bay. Part II. Zoology. Sect. 2: The Birds of Southampton Island. Mem. Carnegie Mus. Vol. 12. 275 pp.

Sverdrup, O. 1904. New Land: four years in the arctic regions. Vol. 1. Longmans, Green and Company, New York. 496 pp.

Swithinbank, C. 1960. Ice Atlas of Arctic Canada. Scott Polar Res. Inst., Cambridge. 67 pp.

Tuck, L.M. 1961. Les Marmettes: Leur répartition, leurs populations et leurs particularités biologiques. Étude du genres *Uria*. Serv. can. de la faune, monogr. nº 1, Ottawa. 260 pp.

Tyson, G.E. 1879. The cruise of the Florence, or Extracts from the journal of the preliminary arctic expedition of 1877–78. (Éd. by Captain H.W. Howgate). J.J. Chapman, Washington. 183 pp.

Uspenskii, S.M. 1958. The bird bazaars of Navava Zemlya. Serv. can. de la faune. Transl. Russ. Game Rep. 4. Ottawa. 159 pp.

Warham, J. 1977. Wing loadings, wing shapes, and flight capabilities of Procellariiformes. N.A.Z. Zool. 4:73–83.

Polynies et canards de mer

par R.W. Prach
SCF, Edmonton (Alb.) T5K 2J5

H. Boyd
SCF, Ottawa (Ont.) K1A 0E7

F.G. Cooch
SCF, Ottawa (Ont.) K1A 0E7

1. Résumé

À l'exception des réseaux récurrents de chenaux de la baie d'Hudson et du détroit d'Hudson, les polynies de l'Arctique canadien ne sont pas beaucoup fréquentées par les canards de mer pour y hiverner. Certaines polynies récurrentes, en particulier celles de l'ouest et du centre de l'Arctique, sont importantes comme points d'arrêt avant la saison de reproduction. La polynie du cap Bathurst et les chenaux qui lui sont associés constituent un point d'arrêt particulièrement critique pour les oiseaux se déplaçant vers l'est pour atteindre la partie centrale de l'Arctique et vers le sud-est par les détroits du Dolphin et Union pour atteindre le golfe Reine-Maude. La pollution des polynies récurrentes par le pétrole, en particulier dans la mer de Beaufort durant l'escale printanière, pourrait grandement réduire les populations arctiques de canards de mer.

2. Abstract

With the exception of the recurring lead systems in Hudson Bay and Hudson Strait, polynyas are not used extensively by overwintering seaducks in the Canadian Arctic. Some recurring polynyas, especially those in the western and central Arctic, are important as staging areas prior to the breeding season. The Cape Bathurst polynya and associated leads are a particularly critical staging area for birds moving eastwards into the central Arctic and southeastwards through Dolphin and Union Strait into Queen Maud Gulf. Oil pollution in recurring polynyas, particularly in the Beaufort Sea during spring staging, could greatly reduce arctic seaduck populations.

3. Introduction

On compte trois espèces prédominantes de canards de mer dans l'Arctique canadien: l'Eider remarquable *(Somateria spectabilis)*, l'Eider commun *(S. mollissima)* et le Canard kakawi *(Clangula hyemalis)*. Selon les estimations récentes, la population d'oiseaux nicheurs pour chacune de ces espèces atteindrait respectivement de 1 à 1,5, de 1,5 à 2 et de 3 à 4 millions d'individus (Bellrose, 1976). L'Eider remarquable est l'espèce la plus typique du milieu arctique et l'Eider commun la moins représentative. En effet, ce dernier est le plus colonial et il est plus étroitement associé aux habitats marins durant les périodes de reproduction que les deux autres espèces. L'Eider remarquable et le Canard kakawi, pour leur part, peuvent nicher jusqu'à 100 km de la côte et sont rarement grégaires.

Les moeurs alimentaires de ces trois canards de mer n'ont pas fait l'objet de beaucoup de recherches au Canada. Cependant, au Groenland et en Alaska, on a constaté qu'ils se nourrissaient de mollusques, de gastropodes et de crustacés (Cramp, 1980). L'Eider commun se nourrit dans les eaux côtières relativement peu profondes, ne dépassant généralement pas 10 m de profondeur, tandis que l'Eider remarquable et le Canard kakawi sont capables de se nourrir à des profondeurs atteignant 60 m.

À la fin de l'été, un grand nombre d'Eiders remarquables entreprennent des migrations de mue hautement synchronisées en direction est et ouest, respectivement vers le Groenland et la mer de Béring (Salomonsen, 1968; Palmer, 1975). Le Canard kakawi effectue également des migrations de mue mais il hiverne plus au sud, dans les Grands lacs, le golfe de l'Alaska, sur les côtes de la Colombie-Britannique et le long de l'Atlantique, de Terre-Neuve à la baie de Chesapeake. Ce sont généralement des migrateurs nocturnes qui effectuent de longs vols continentaux. L'Eider commun est plus abondant dans le sud-est de l'Arctique canadien que dans l'ouest. Les individus qui se reproduisent dans l'ouest de l'Arctique suivent les mêmes voies migratoires que les Eiders remarquables, plus nombreux, en empruntant le détroit de Béring au printemps et en automne. La plupart des Eiders communs qui nichent dans l'est de l'Arctique hivernent dans le golfe du Saint-Laurent et dans les provinces de l'Atlantique.

4. Polynies et aires de répartition

Le tableau 1 résume les données publiées sur les concentrations d'Eiders communs reproducteurs dans l'Arctique canadien et la figure 1 indique l'emplacement des polynies selon Alliston et coll. (1976), Schledermann (1980) et Stirling (1980), de même que les colonies reproductrices de cette espèce. De toute évidence, beaucoup de ces colonies, installées dans la baie d'Hudson, le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson, se trouvent près de polynies récurrentes. Cependant, on n'a pas encore étudié l'importance de cette corrélation pour la survie et le succès de la reproduction de cette espèce.

À des latitudes plus élevées, où prédominent l'Eider remarquable et le Canard kakawi, les données ne sont pas suffisantes pour que l'on puisse apprécier la répartition des oiseaux nicheurs et le succès de la reproduction en rapport avec les polynies récurrentes. Cependant, étant donné que ces deux espèces ne sont pas des reproducteurs coloniaux, nous doutons de la possibilité d'une corrélation positive.

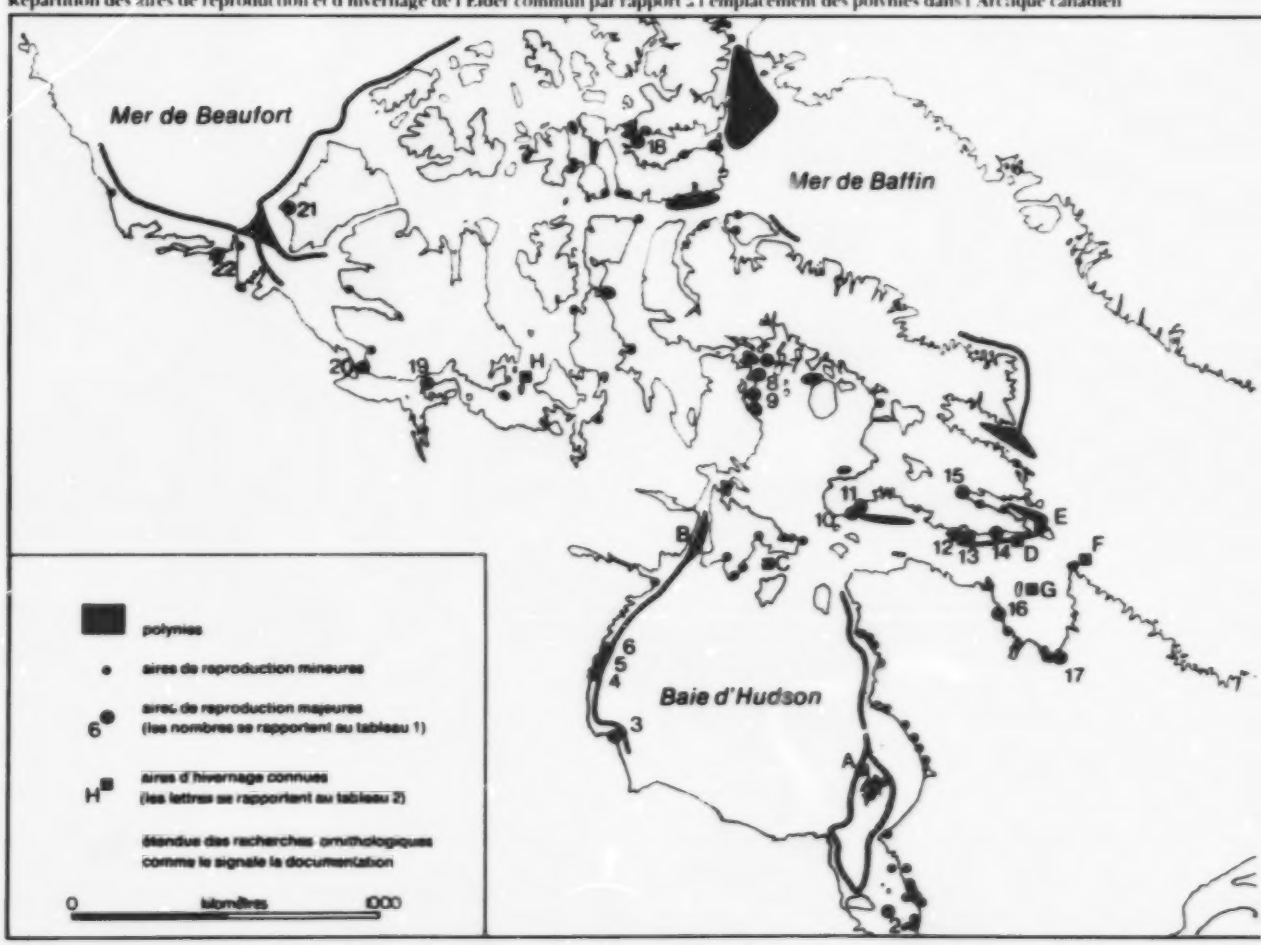
Tableau 1
Principales aires de reproduction connues de l'Eider commun dans l'Arctique canadien

Lieu	Population	Source bibliographique
1. Îles Belcher	55 000 couples	Davis et coll. (1973)
2. Bancs de l'île Gasket	200 couples	Todd (1963)
3. Baie de la Pérouse	deux colonies: 200 et 250 couples	Cooke et coll. (1975)
4. Rivière McConnell	250 couples	Davis et coll. (1973)
5. Rivière Maguse	100 couples	Davis et coll. (1973)
6. Île Austin	100 couples	Davis et coll. (1973)
7. Île Sioraq	"un grand nombre d'oeufs"	Parry (1824); Brav (1943)
8. Île Ooglit-Nord	"nombreuse"	Brav (1943)
9. Île Ooglit-Sud	"nombreuse"	Brav (1943)
10. Cap Dorset	"un grand nombre"	Macpherson et McLaren (1959)
11. Îles Foxe-Ouest	1 259 couples	Couch (1965)
12. Îles à l'ouest de l'île Bag	"grandes colonies nicheuses"	Soper (1946)
13. Île Bag	"des centaines de nids"	Short et Peters (1942)
14. Île centrale des Sauvages	"grandes colonies nicheuses"	Soper (1946)
15. Baie de Frobisher	"grandes colonies nicheuses"	Soper (1946)
16. Baie de Payne	2 000 couples	Currie (1963)
17. Rivière Whale	100 couples ou plus	Todd (1963)
18. Île Ste-Hélène	140 couples	Prach (en voie de rédaction)
19. Îles Finlayson	un grand nombre	Parmalee et coll. (1967)
20. Détroit du Dolphin et Union	"une des plus grandes colonies de l'ouest de l'Arctique canadien"	Nettleship et Smith (1975)
21. Île Banks – Île Moose jusqu'à Sachs Harbour	500 couples	Manning et coll. (1956)
22. Baie de Liverpool	"un très grand nombre"	MacFarlane (1861)

Tableau 2
Aires d'hivernage connues de l'Eider commun dans l'Arctique canadien

Lieu	Remarques	Source bibliographique
A. Îles Belcher	"un grand nombre d'Eiders (communs) s'y reproduisent et y passent l'hiver"	Freeman (1970)
B. Cap Fullerton	"certains sont demeurés dans les eaux libres tout l'hiver (1903-1904)"	Edrig (1905)
C. Île Southampton	donnée comme lieu d'hivernage	Sutton (1932)
D. Côte sud de la péninsule Meta incognita	"quelques individus y restent tout l'hiver"	Soper (1946)
E. Îles Résolution et Edgell	1 600 et plus, mars 1968 (extrapolation d'après la figure 5-5)	MacLaren Marex Inc. (1979)
F. Îles Button	10 000 à 20 000	Anonyme (1972)
	450 et plus, mars 1968 (extrapolation à partir des figures 5-5 et 5-6)	MacLaren Marex Inc. (1979)
G. Île Akpatok	350 et plus, mars 1968 (extrapolation à partir de la figure 5-5)	MacLaren Marex Inc. (1979)
H. Île Taylor	femelle immature recueillie le 9 janv. 1918	Parmalee et coll. (1967)

Figure 1
Répartition des aires de reproduction et d'hivernage de l'Eider commun par rapport à l'emplacement des polynies dans l'Arctique canadien



5. Hivernage

Bien que la plupart des canards de mer hivernent au sud des eaux arctiques couvertes de glace (tableau 2, fig. 1), on dénombre plus d'Eiders communs dans l'Arctique canadien durant l'hiver que d'individus des deux autres espèces réunies. À l'exception de la North Water (Smith et Rigby, présente publication, fig. 3), les polynies récurrentes sont trop petites pour assurer la survie d'un grand nombre d'oiseaux. De plus, celles qui se situent au nord de 65°N sont sans doute trop sombres durant cette partie de l'année pour fournir une alimentation suffisante. Il y a pourtant une exception: l'Eider de la baie d'Hudson (*S. m. sedentaria*) qui hiverne dans les polynies entourant les îles Belcher (Freeman, 1970; Snyder, 1957), le détroit de Roes Welcome et peut-être les détroits d'Evans, de Fisher et d'Hudson. Dans cette région, l'hivernage semble facilité par la grande amplitude des marées (8 à 13 m) et par la force des courants dans le détroit d'Hudson et au sud-est de la terre de Baffin, qui créent des chenaux côtiers dans les eaux assez peu profondes pour permettre de se nourrir durant tout l'hiver. Un autre facteur favorable est sans doute la photopériode plus longue sous ces latitudes plus méridionales. Les Eiders communs, de même qu'un certain nombre d'Eiders remarquables et de Canards kakawi, hivernent également près des îles Résolution et Edgell, ainsi qu'au cap Chidley à l'extrême nord du Labrador. Le nombre total de canards de mer qui hivernent dans la baie et le détroit d'Hudson ne dépasse sans doute pas 25 000 individus.

6. Migration printanière

En mai et en juin, les polynies sont plus importantes pour les canards de mer dans les eaux pratiquement dépourvues de marées de l'ouest et du centre de l'Arctique qu'elles ne le sont dans l'est. Dans l'ouest, une forte proportion des individus des trois espèces migrent le long des 1 500 kilomètres de côtes allant du cap Lisburne (Alaska) à la polynie du cap Bathurst (Smith et Rigby, présente publication, fig. 14 et 15). Les chenaux côtiers entre la pointe Barrow (Alaska) et le delta du Mackenzie servent de voies de migration vers la polynie du cap Bathurst et les chenaux côtiers associés, point d'arrêt où les eaux libres sont suffisamment peu profondes pour qu'ils s'y alimentent en attendant que les aires de nidification, plus au nord et à l'est, soient libres de neige et de glace (Barry, 1976). En mai, on y a signalé des troupeaux de plus de 50 000 oiseaux (Searing et coll., 1975; Barry, 1976).

L'importance cruciale de ces aires d'alimentation en eau libre pour les canards de mer migrateurs est mise en évidence lorsqu'elles sont absentes. En 1964, ce n'est qu'en juillet que l'eau libre est apparue dans cette polynie et ses chenaux côtiers. Par conséquent, les canards de mer migrateurs ont été incapables de se nourrir lorsqu'ils sont arrivés à la mer de Beaufort en mai et plus de 100 000 sont morts de faim (Barry, 1968).

Dans l'est de l'Arctique, la plupart des migrateurs qui reviennent ont moins de 500 km à survoler pour se rendre de l'eau libre aux aires de nidification et n'ont donc pas à surmonter les mêmes difficultés que les canards de mer de l'ouest de l'Arctique. Il est donc peu probable de voir une mortalité de l'importance de celle constatée par Barry (1968). D'ailleurs, la force des courants, les marées et les vents dominants assurent la formation d'une étendue d'eau libre considérable dans le détroit d'Hudson, permettant ainsi à l'avifaune de se rendre à d'autres aires d'alimentation. À la mi-mai, les canards de mer se dirigent généralement vers le nord et l'ouest pour s'arrêter dans des polynies comme celles du détroit de Fury et Hecla et de la porte de l'Enfer.

Alliston et coll. (1976) ont comparé la répartition d'un certain nombre d'espèces aviaires des îles du centre de l'Arctique et de la presqu'île de Boothia en 1974 et en 1975. Ils ont noté des différences marquées entre les conditions météorologiques printanières ces deux années-là, ce qui a provoqué une grande variabilité de l'épaisseur de la couche de neige et de glace. En 1974, la fonte printanière dans la région étudiée s'est produite beaucoup plus tard que l'année suivante. La neige qui couvrait la majeure partie de cette région a empêché les oiseaux de se disperser vers leurs aires de nidification. De plus, la glace a persisté dans le détroit de Peel et le goulet du Prince-Régent durant tout le mois de juin, obligeant les canards de mer à s'assembler dans les quelques étendues d'eau de mer libre disponibles. Par contre, en 1975, la débâcle dans le goulet du Prince-Régent a commencé au début de juin et, vers le milieu du mois, il n'y avait plus de neige sur la terre ferme. En juin 1974, on a observé quelque 6 200 eiders dans les polynies du détroit de Bellot (Rigby et Smith, présente publication, fig. 7) et 9 200 en juin 1975. Cependant, bien que la plupart de ces oiseaux soient demeurés dans la polynie durant tout le mois de juin 1974, tous, sauf 800 environ, avaient quitté le détroit de Bellot avant la mi-juin en 1975.

Des observations effectuées dans d'autres polynies ont révélé le même phénomène. Le 23 juin 1974, on a dénombré 300 eiders dans deux petites polynies situées dans le détroit de Crozier près de l'île Karluk; en 1975, on en a signalés 570 le 11 juin, mais il n'en restait que 83 le 23 juin. Par ailleurs, on a observé plus de 1 000 Eiders remarquables dans une petite polynie récurrente au large du cap Ste-Catherine (sur le littoral est de la presqu'île de Boothia) en juin 1974, mais aucun en 1975. De même, les petites polynies dispersées parmi les îles Tasmanie (Stirling, présente publication, fig. 1) abritaient de fortes concentrations d'Eiders remarquables et de Canards kakawi (278/km²) en juin 1974 mais aucun en 1975.

7. Menaces de pollution pétrolière

L'exploitation, la production et le transport du pétrole ont grandement accru la probabilité d'une éruption ou d'un déversement à grande échelle dans le milieu marin arctique (Anonyme, 1979). Les risques de pollution pétrolière résultant du nettoyage des réservoirs ou de l'élimination des déchets augmenteat aussi avec le trafic maritime croissant dans le Nord.

Le pétrole déversé dans le milieu marin arctique remonte à la surface et se concentre dans les zones libres de glace (Pimlott et coll., 1976). Chez les canards de mer qui y sont exposés, on note une diminution de l'isolation conférée par le plumage et, par conséquent, une augmentation du métabolisme énergétique (Hartung, 1967; McEwan et Koelink, 1973). L'exposition au pétrole dans les eaux froides de l'Arctique entraînera inévitablement la mort des oiseaux (Barry, 1970). Le pétrole qui fait surface dans les polynies au printemps constituera donc une grave menace pour les populations de canards de mer migrateurs qui reviennent, notamment dans la polynie du cap Bathurst et les chenaux côtiers associés.

8. Bibliographie

Alliston, W.G.; Bradstreet, M.S.W.; McLaren, M.A.; Davis, R.A.; Ridhardson, W.J. 1976. Numbers and distribution of birds in the central District of Franklin N.W.T.: June–August, 1975. Rapp. inédit de LGL Ltd. pour le Projet du gaz polaire. 584 pp.

Anon. 1972. Arctic ecology map series, descriptive report of critical wildlife areas. Rapp. inédit de Renewable Resour. pour le Serv. can. de la faune.

Anon. 1979. Proceedings of the arctic marine oil spill program technical seminar. Serv. de la protect. de l'environn., Edmonton. 384 pp.

Barry, T.W. 1968. Observations on natural mortality and native use of eider ducks along the Beaufort Sea coast. Can. Field-Nat. 82:140–144.

Barry, T.W. 1970. Likely effects of oil in the Canadian Arctic. Mar. Pollut. Bul. Arct. Numéro 1:73–75.

Barry, T.W. 1976. Seabirds of the southeastern Beaufort Sea: summary report. Beaufort Sea Tech. Rep. 3a. Environn. Canada, Victoria (C.-B.). 41 pp.

Bellrose, F.C. 1976. Ducks, swans and geese of North America. Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvanie. 544 pp.

Bray, R. 1943. Notes on the birds of Southampton Islands, Baffin Islands and Melville Peninsula (with comments by T.H. Manning). Auk 60: 504–536.

Cooch, F.G. 1965. The breeding biology and management of the northern eider (*Somateria mollissima borealis*) in the Cape Dorset area, Northwest Territories. Serv. Can. de la faune, bull. de gestion, sér. 2, nº 10.

Cooke, F.; Ross, R.K.; Schmidt, R.K.; Pakulak, A.J. 1975. Birds of the tundra biome at Cape Churchill and La Pérouse Bay. Can. Field-Nat. 89:413–422.

Cramp, S. éd. 1980. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: The birds of the western Palearctic (Vol. 1). Oxford Univ. Press. 695 pp.

Currie, R.D. 1968. Western Ungava: an area economic survey. Min. des Aff. ind. et du Nord, Ottawa. A.E.S.R. 62/4. 93 pp.

Davis, R.A.; Bradstreet, M.; Holdsworth, C.; Richardson, W.J. 1973. Present ornithological knowledge and suggested research programs for the Polar Gas Project. Rapp. inédit de LGL Ltd. pour le Projet du gaz polaire. 245 pp.

Eifrig, C.W.G. 1905. Ornithological results of the Canadian Neptune expedition to Hudson Bay and northward, 1903–1904. Auk 22:233–241.

Freeman, M.M.R. 1970. Observations of the seasonal behavior of the Hudson Bay Eider (*Somateria mollissima sedentaria*). Can. Field-Nat. 84:145–153.

Hartung, R. 1967. Energy metabolism in oil-covered ducks. J. Wildl. Manage. 31:798–804.

MacFarlane, R. 1891. Notes on and list of birds and eggs collected in arctic North America, 1861–1866. Proc. U.S. Natl. Mus.

MacLaren Marex Inc., 1979. Report on aerial surveys of marine mammals and birds in southern Davis Strait and eastern Hudson Strait in March 1978. Rapp. inédit pour Esso Resources Canada Ltd., Aquitaine Co. of Canada Ltd. et Canada Cities Serv. Ltd. Arct. Pet. Oper. Assoc. Proj. 146.

Macpherson, A.H.; McLaren, I.A. 1959. Notes on the birds of southern Foxe Peninsula, Baffin Island, Northwest Territories. Can. Field-Nat. 73:63–81.

Manning, T.W.; Höhn, E.O.; Macpherson, A.H. 1956. The birds of Banks Island. Natl. Mus. Can. Bull. 143. 144 pp.

McEwan, E.H.; Koelink, A.F.C. 1973. The heat production of oiled mallards and scaup. Can. J. Zool. 51:27–31.

Nettleship, D.N.; Smith, P.A., éd. 1975. Ecological sites in northern Canada. Can. Comm. Int. Biol. Programme Conserv. Terr. – Panel 9, Ottawa. 330 pp.

Palmer, R.S., éd. 1975. The Handbook of North American birds. Vol. 3, Yale Univ. Press, New Haven, Connecticut. 560 pp.

Parmelee, D.T.; Stevens, N.A.; Schmidt, R.H. 1967. The birds of southeastern Victoria Island and adjacent small islands. Natl. Mus. Can. Bull. 222:1–229.

Parry, W.E. 1824. Journal of a Second Voyage for the Discovery of a Northwest Passage from the Atlantic to the Pacific, performed in the years 1821–22–23 in His Majesty's Ships "Fury" and "Hecla" John Murray, Londres. 571 pp.

Pimlott, D.G.; Brown, D.; Sam, K.P. 1976. Oil under the ice. Can. Arct. Resour. Comm., Ottawa. 178 pp.

Salomonsen, F. 1968. The moult migration. Wildfowl 19:5–24.

Schledermann, P. 1980. Polynyas and prehistoric settlement patterns. Arct 83:292–302.

Searing, G.G.; Kuyt, E.; Richardson, W.J.; Barry, T.W. 1975. Seabirds of the southeastern Beaufort Sea: aircraft and group observations in 1972 and 1974. Beaufort Sea Tech. Rep. 36. Environn. Canada, Victoria, (C.-B.). 257 pp.

Short, T.M.; Peters, H.S. 1942. Some recent records from Canada's eastern Arctic. Can. J. Res. 20:338–348.

Snyder, L.L. 1957. Arctic birds of Canada. Univ. of Toronto Press, Toronto 310 pp.

Soper, J.D. 1946. Ornithological results of the Baffin Island expeditions of 1928–1929 and 1930–1931, together with more recent records. Auk 63:1–1 63:223–239; 63:418–427.

Stirling, I. 1980. The biological importance of polynyas in the Canadian Arctic. Arctic 33:303–315.

Sutton, G.M. 1932. The birds of Southampton Island. Memoirs of the Carnegie Mus. 12, part 2, sect. 2. 275 pp.

Todd, W.E.C. 1963. The birds of the Labrador peninsula. Univ. of Toronto Press, Toronto. 819 pp.

Autres titres dans la collection des publications hors-série

Nº 1
Les oiseaux protégés au Canada en vertu de la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, 4e éd. Also available in English.
Nº de cat. CW69-1/1

Nº 2
Noms des oiseaux du Canada. Noms français, anglais et scientifiques. Publication bilingue.
Nº de cat. CW69-1/2

Nº 3
Use of aerial surveys by the Canadian Wildlife Service par D.A. Benson. Épuisé.
Nº de cat. R69-1/3

Nº 4
Queen Elizabeth Islands game survey, 1961 par J.S. Tener.
Nº de cat. CW69-1/4

Nº 5
Age determination in the polar bear par T.H. Manning.
Nº de cat. CW69-1/5

Nº 6
A wildlife biologist looks at sampling, data processing and computers par D.A. Benson.
Épuisé
Nº de cat. R69-1/6

Nº 7
Preliminary report on the effects of phosphamidon on bird populations in New Brunswick par C.D. Fowle. Épuisé.
Nº de cat. R69-1/7

Nº 8
Birds of Nova Scotia-New Brunswick border region par G.F. Bover.
Nº de cat. CW69-1/8

Nº 9
Effects of dietary methylmercury on Ring-necked Pheasants, with special reference to reproduction par N. Fimreite.
Nº de cat. R69-1/9

Nº 10
Trends in populations of barren-ground caribou over the last two decades: a re-evaluation of the evidence par G.R. Parker.
Nº de cat. CW69-1/10

Nº 11
The Canada migratory game bird hunting permit and related surveys par D.A. Benson.
Nº de cat. R69-1/11

Nº 12
Observations on duck hunting in eastern Canada in 1968 and 1969 par J.H. Boyd.
Nº de cat. R69-1/12

Nº 13
Evaluation of ecological effects of recent low water levels in the Peace-Athabasca Delta par H.J. Dirschl.
Nº de cat. CW69-1/13

Nº 14
The Great Cormorants of eastern Canada par A.J. Erskine.
Nº de cat. CW69-1/14

Nº 15
Distribution of barren-ground caribou harvest in north-central Canada par G.R. Parker.
Nº de cat. CW69-1/15

Nº 16
Bird migration forecasts for military air operations par H. Blokpoel.
Nº de cat. CW69-1/16

Nº 17
Waterfowl populations on the Peace-Athabasca Delta, 1969 and 1970 par D.J. Nieman et H.J. Dirschl.
Nº de cat. CW69-1/17

Nº 18
Gammarus predation and the possible effects of *Gammarus* and *Chaoborus* feeding on the zooplankton composition in some small lakes and ponds in western Canada par R.S. Anderson et L.G. Raasveldt.
Nº de cat. CW69-1/18

Nº 19
A summary of DDE and PCB determinations in Canadian birds, 1969 to 1 par M. Gilbertson et L. Reynolds.
Nº de cat. CW69-1/19

Nº 20
Development of a simulation model of Mallard Duck populations par C.J. Walters, R. Hilborn, F. Oguss, R.M. Peterman et J.M. Stander.
Nº de cat. CW69-1/20

Nº 21
Use of museum specimens in toxic chemical research par A.M. Rick.
Nº de cat. CW69-1/21

Nº 22
Impoundments for waterfowl par W.R. Whitman.
Nº de cat. CW69-1/22

Nº 23
Minimizing the dangers of nesting studies to raptors and other sensitive s cies par R.W. Fyfe et R.R. Olendorff.
Nº de cat. CW69-1/23

Nº 24
Waterfowl damage to Canadian grain: current problems and research nee par L.G. Sugden.
Nº de cat. CW69-1/24

Nº 25
Census techniques for seabirds of arctic and eastern Canada par D.N. Net ship.
Nº de cat. CW69-1/25

Nº 26
Notes on the present status of the polar bear in James Bay and Belcher Islands area par Charles Jonkel, Pauline Smith, Ian Stirling et George B. Kolenosky.
Nº de cat. CW69-1/26

Nº 27
Limnological and planktonic studies in the Waterton Lakes, Alberta par R. Stewart Anderson et Roderick B. Green.
Nº de cat. CW69-1/27

Nº 28
Birds and mammals of the Belcher, Sleeper, Ottawa, and King George Islands, Northwest Territories par T.H. Manning.
Nº de cat. CW69-1/28

Nº 29
Developments in PPS sampling – Impact on current research par A.R. Sen
Nº de cat. CW69-1/29

Nº 30
Dynamics of snowshoe hare populations in the Maritime Provinces par Thomas J. Wood et Stanley A. Munroe.
Nº de cat. CW69-1/30

Nº 31
Migration and population dynamics of the Peace–Athabasca Delta goldeye population par D.B. Donald et A.H. Koovman.
Nº de cat. CW69-1/31

Nº 32
The effects of fire on the ecology of the Boreal Forest, with particular rele rence to the Canadian north: a review and selected bibliography par John Kelsall, E.S. Telfer et Thomas D. Wright.
Nº de cat. CW69-1/32

Nº 33
The ecology of the polar bear (*Ursus maritimus*) along the western coast of Hudson Bay par Ian Stirling, Charles Jonkel, Pauline Smith, Richard Robe son et Dale Cross.
Nº de cat. CW69-1/33

Nº 34
Canvasback habitat use and production in Saskatchewan parklands par Lawson G. Sugden.
Nº de cat. CW69-1/34

Nº 35
The diets of muskoxen and Peary caribou on some islands of the Canadian High Arctic par Gerald R. Parker.
Nº de cat. CW69-1/35

N° 36
Observations of Mallards in the parkland of Alberta par Michael F. Sorensen.
N° de cat. CW69-1/36
N° 37
The wildlife valuation problem: A critical review of economic approaches par William A. Langford et Donald J. Cocheba.
N° de cat. CW69-1/37
N° 38
Spatial changes in waterfowl habitat, 1964–74 on two land types in the Manitoba Newdale Plain par G.D. Adams et G.C. Gentle.
N° de cat. CW69-1/38
N° 39
Patterns of pelagic distribution of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, Northwest Territories, in August and September 1976 par D.N. Nettleship et A.J. Gaston.
N° de cat. CW69-1/39
N° 40
Responses of Peary caribou and muskoxen to helicopter harassment par Frank L. Miller et Anne Gunn.
N° de cat. CW69-1/40
N° 41
Des communautés aviennes du Parc national de la Mauricie, Québec par J.L. DesGranges. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/41F
N° 42
Étude écologique de la population d'ours blancs dans le nord du Labrador par Ian Stirling et H.P.L. Kilman. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/42F
N° 43
Méthodes de recensement des marmettes, espèce *Uria*: une approche unifiée par T.R. Birkhead et D.N. Nettleship. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/43F
N° 44
Étude des populations d'ours blancs du sud-est de l'île Baffin par Ian Stirling, Wendy Calvert et Dennis Andriashek. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/44F